№ Н-9.02

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Факультет конструювання і дизайну
Кафедра надійності техніки

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
надійності техніки
(назва кафедри)

к.т.н., доц._____А.В. Новицький
(підпис) *(ПІБ)*
«_____» _____ 2026р.

КАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему «Обґрунтування параметрів ремонтно-обслуговуючої бази агрофірми з удосконаленням розбирально-складального обладнання»

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

Гарант освітньої програми
д.т.н., професор _____ Булгаков В.М._____
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Керівники дипломного проєкту бакалавра
_____к.т.н., доц._____ _____ Новицький А.В._____
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Виконав _____ Макаренко О.Р._____
(підпис) (ПІБ)

2026

Форма № Н-9.01

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСТИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет конструювання та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри надійності техніки

к.т.н., доц. _____ Новицький А.В.

(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)

"____" _____20_____р.

З А В Д А Н Н Я
(на виконання кваліфікаційної роботи бакалавра студенту)
Макаренку Олексію Романовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність _____133 - «Галузеве машинобудування»_____
(код і назва)

Тема випускної кваліфікаційної роботи бакалавра **«Обґрунтування параметрів ремонтно-обслуговуючої бази агрофірми з удосконаленням розбирально-складального обладнання»**
затверджена наказом ректора НУБіП України №1044«С» від _15.04. 2026 р.__
Термін подання завершеної роботи (проекту) на кафедру _3 червня 2026 р.__
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до випускного дипломного проекту бакалавра. 3.1. Загальна характеристика виробничої діяльності агрофірми. 3.2. Технічні характеристики сільськогосподарської техніки та обладнання тваринницьких ферм. 3.3. Каталоги ремонтно-технологічного обладнання. 3.4. Типові норми часу на розбирання, складання і ремонт сільськогосподарської техніки.

Перелік питань, які потрібно розробити: Вступ. 1. Вихідні дані для проектування. 1.1 Аналіз існуючого обладнання для ремонту обладнання. 1.4 Задачі бакалаврської кваліфікаційної роботи. 2. Конструкторська частина. 4. Охорона праці. 5. Техніко-економічне обгрунтування проекту. Висновки. Список використаної літератури. Додатки. Специфікація._

Перелік графічних документів (за потреби) 5.1 Характеристика відмов машин. 5.2. Пристосування для проведення ремонтних робіт. 5.4. Креслення деталей. 5.5. Операційна карта. 5.6 Охорона праці. 5.8. Техніко-економічні показники дільниці._____

Дата видачі завдання "_19_" жовтня 2025 р.

Керівник дипломного проекту бакалавра _____ Новицький А.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____ ____Макаренко О.Р.
(підпис) (прізвище та ініціали студента)

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

РМ – ремонтна майстерня;

СТОР – система технічного обслуговування і ремонту;

ТО – технічне обслуговування;

ТП – технологічний процес;

ТС – технічний стан.

ФПЗ – фінішне плазмове зміцнення;

ЩТО – щоденне технічне обслуговування;

ЗМІСТ

ВСТУП 6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ГОСПОДАРСТВА ТА СТАНУ РЕМОНТНОЇ БАЗИ 8
1.1 Аналіз виробничої діяльності СТОВ імені Леся Сердюка 8
1.2 Аналіз складу та використання машинно-тракторного парку агрофірми 12
1.3. Оцінка стану існуючої ремонтно-обслуговуючої бази та організації ремонтних робіт 19
1.4. Обґрунтування мети, завдань бакалаврської кваліфікаційної роботи та напрямків удосконалення обладнання 24
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА 27
2.1. Визначення річного обсягу витрат на технічне обслуговування та ремонт машинно-тракторного парку 27
2.2. Розподіл ремонтно-обслуговуючих робіт між ремонтними підприємствами, РМ та пересувними засобами господарства 28
2.3 Планування роботи майстерні 29
2.3.1. Розрахунок робочої сили, обладнання і комплектування робочих місць 29
2.3.2. Розрахунок виробничих площ і загальна компоновка виробничого корпусу 31
2.3.3. Графік завантаження майстерні 32
2.5. Технологічне планування майстерні і вибір обладнання 33
2.6. Особливості проведення ремонтно-монтажних робіт тракторів в умовах ремонтної майстерні агрофірми 34
РОЗДІЛ 3. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ГІДРОПІДІЙМАЧА ТРАКТОРА 40
3.1. Функціональне призначення та сфера застосування гідропідіймачів тракторів 40
3.2. Поглиблений аналіз існуючих конструкцій підйомних пристроїв для вивантаження тракторів і мобільних енергетичних засобів 41
3.3. Порівняльний аналіз існуючих конструкцій підйомних пристроїв та обґрунтування вибору проектних рішень 44

3.4. Конструктивна схема та інженерне обґрунтування параметрів гідропідіймача 45
3.5. Правила експлуатації і технічного обслуговування гідропідіймача тракторів 47
3.6. Розрахунок конструкції гідропідіймача на працездатність. 50
3.6.1. Розрахунок платформи 53
3.6.2. Підбір гідроциліндрів, розподільника і насосу 54
3.6.3. Розрахунок і підбір електродвигуна 56
3.6.4. Розрахунок деталей гідропідіймача на міцність 56
3.6.5. Технічна характеристика гідропідіймача 57
3.7. Правила експлуатації і технічного обслуговування гідропідіймача 59
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ 61
4.1. Загальний аналіз стану охорони праці в СТОВ імені Леся Сердюка 61
4.2 Аналіз виробничих небезпек, їх джерел та причин виникнення 62
4.3 Аналіз шкідливих виробничих факторів 66
4.4 Забезпечення безпечної експлуатації гідропідіймача тракторів 67
4.5 Заходи для покращення умов праці та усунення шкідливих виробничих факторів 68
5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ 70
5.1 Визначення вартості основних виробничих фондів 70
5.2. Розрахунок собівартості умовного ремонту 71
5.2.1 Розрахунок фонду заробітної плати 71
5.2.2 Визначення необхідності в ремонтних матеріалах і запасних частинах 72
5.3. Визначення кошторису витрат 73
5.4 Складання калькуляції собівартості ремонту машин 74
5.5. Техніко-економічні показники ремонтної майстерні 75
ВИСНОВКИ 78
ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ 79

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасний розвиток агропромислового комплексу України вимагає максимальної ефективності використання машинно-тракторного парку. Впровадження високопродуктивної та складної техніки висуває нові вимоги до її сервісного обслуговування. Проте аналіз діяльності СТОВ імені Леся Сердюка (Броварський район, с. Бзів) свідчить, що матеріально-технічна база та організація існуючої ремонтно-обслуговуючої бази (РОБ) не повністю відповідають сучасним вимогам. Це призводить до тривалих простоїв техніки та зростання собівартості її утримання.

Найбільш трудомісткими у процесі відновлення машин є розбирально-складальні операції під час ремонту важковагових вузлів. Брак спеціалізованого підйомного обладнання змушує застосовувати примітивні засоби, що підвищує трудомісткість, створює ризик пошкодження деталей та порушує вимоги безпеки праці. Тому проектування модернізованої ремонтно-монтажної дільниці із впровадженням удосконаленого розбирально-складального устаткування є актуальним інженерним завданням.

Мета роботи: техніко-економічне обґрунтування параметрів РОБ СТОВ імені Леся Сердюка з розробкою проекту ремонтно-монтажної дільниці та впровадженням удосконаленого гідропідіймача для підвищення продуктивності й безпеки ремонтного виробництва.

Завдання дослідження. Для досягнення поставленої мети передбачено виконати комплексний аналіз виробничої діяльності підприємства, здійснити технологічне проектування і планування ремонтно-монтажної дільниці, а також виконати конструкторську розробку щодо удосконалення гідропідіймача для тракторів та автомобілів. Крім того, необхідно розробити заходи з охорони праці, техніки безпеки й виробничої санітарії, розрахувати техніко-економічну ефективність проекту та визначити термін окупності капіталовкладень.

Об'єкт дослідження: технологічний процес технічного обслуговування, діагностики і ремонту машинно-тракторного парку в ремонтній майстерні.

Предмет дослідження: параметри ремонтно-обслуговуючої бази, структура дільниці та конструкція гідравлічного підйомного пристрою.

Методи дослідження: аналітичні методи розрахунку обсягів робіт, нормативні матеріали з організації ремонту, інженерні розрахунки деталей на міцність, методи техніко-економічного аналізу інвестицій.

Практичне значення отриманих результатів. Модернізація ремонтно-монтажної дільниці та впровадження гідропідіймача в умовах СТОВ імені Леся Сердюка дозволить збільшити річну програму майстерні з 68 до 97 умовних ремонтів, підвищити продуктивність праці з 3,8 до 5,4 ум.рем./люд.-год., а також знизити собівартість умовного ремонту з 1779 до 1455,5 грн, забезпечивши річний економічний ефект у розмірі 57 521 грн із терміном окупності капіталовкладень 4,5 роки.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ГОСПОДАРСТВА ТА СТАНУ РЕМОНТНОЇ БАЗИ

1.1. Аналіз виробничої діяльності СТОВ імені Леся Сердюка

Ефективне функціонування і розвиток ремонтно-обслуговуючої бази сільськогосподарського підприємства безпосередньо залежать від масштабів його виробництва, структури земельних угідь, напрямів спеціалізації галузей рослинництва і тваринництва, а також обсягів отримуваної валової продукції. Обґрунтування технологічних параметрів центральної ремонтної майстерні та її окремих технічних дільниць не може розглядатися ізольовано від загальноекономічного стану підприємства, оскільки саме виробнича програма з вирощування сільськогосподарських культур та обслуговування тваринницьких комплексів формує кількісний і якісний склад машинно-тракторного парку, інтенсивність його експлуатації та, як наслідок, обсяги необхідних ремонтно-обслуговуючих робіт.

Сільськогосподарське товариство з обмеженою відповідальністю (СТОВ) імені Леся Сердюка розташоване у Броварському районі Київської області (центральна садиба – с. Бзів). Географічне положення господарства характеризується належністю до лівобережної зони Київського Полісся (на межі з Лісостепом), що суттєво впливає на специфіку ведення сільськогосподарського виробництва, вибір технологічних комплексів машин та особливості їх технічного обслуговування і ремонту. Клімат регіону є помірно континентальним, із теплим літом та м'якою зимою з нестабільним сніговим покривом. Середньорічна кількість опадів коливається в межах 550–620 мм. Такі кліматичні умови висувають жорсткі вимоги до оперативності виконання польових робіт, яка безпосередньо залежить від надійності та технічної готовності машинно-тракторного парку (МТП).

Ґрунтовий покрив території СТОВ імені Леся Сердюка представлений переважно темно-сірими опідзоленими, луговими та дерново-підзолистими

ґрунтами, а також малогумусними чорноземами. Робота машинно-тракторних агрегатів на зазначених типах ґрунтів, особливо в періоди перезволоження або пересихання, пов'язана з подоланням значного питомого опору та підвищеним зносом робочих органів ґрунтообробних та посівних машин, ходових систем тракторів та елементів трансмісії. Це суттєво збільшує навантаження на ремонтну майстерню господарства та актуалізує питання модернізації розбирально-складального обладнання.

Основним виробничим ресурсом підприємства є земля. Загальна площа земельних угідь, які знаходяться в користуванні СТОВ імені Леся Сердюка, становить 1000 гектарів.

Таблиця 1.1

Структура земельних угідь СТОВ імені Леся Сердюка

Вид земельних угідь	Площа, га	Питома вага, %
Рілля (орні землі)	920	92
Сіножаті	30	3
Пасовища	30	3
Інші землі (під будівлями, дорогами)	20	2
Разом земельних угідь	1000	100

Висока питома вага ріллі (92%) свідчить про виражену рослинницьку спрямованість виробничої діяльності підприємства. Землекористування господарства є компактним, що забезпечує відносно невеликі радіуси переміщення техніки від центральної садиби до віддалених полів (максимальний радіус доставки техніки та її обслуговування в польових умовах не перевищує 12–15 км). Це дозволяє ефективно організувати як роботу мобільних ліній технічного сервісу, так і оперативну доставку несправних вузлів та агрегатів до центральної ремонтної майстерні.

Провідною галуззю СТОВ імені Леся Сердюка, яка забезпечує основну частку товарної продукції та грошових надходжень, є рослинництво. Структура

посівних площ адаптована до сучасних вимог ринку сільськогосподарської продукції та внутрішніх потреб підприємства у кормах для тваринництва. Головними сільськогосподарськими культурами, що вирощуються на полях агрофірми, є озима пшениця, кукурудза на зерно та силос, соняшник, ріпак, а також кормові трави.

Таблиця 1.2

Показники виробництва продукції рослинництва у СТОВ імені Леся Сердюка

Сільськогосподарська культура	Площа посіву, га	Середня врожайність, ц/га	Валовий збір, тонн
Озима пшениця	350	55	1925
Кукурудза на зерно	250	80	2000
Соняшник	180	30	540
Соя	120	28	336
Кормові культури	100	200	2000

Аналіз даних таблиці 1.2 показує високу інтенсивність використання ріллі. Великі площі посівів та високі обсяги збору врожаю зумовлюють значну напруженість польових робіт у весняно-літній та осінній періоди. Проведення таких критичних технологічних операцій, як ранньовесняне закриття вологи, посів зернових і просапних культур, хімічний захист посівів, а також збирання врожаю зернозбиральними та кормозбиральними комбайнами, вимагає безвідмовної роботи техніки.

Будь-яка відмова або тривалий простій трактора чи комбайна в пікові періоди польових робіт призводить до порушення агротехнічних строків, що тягне за собою прямі втрати врожаю. Саме тому працездатність МТП, яку покликана забезпечувати ремонтно-обслуговуюча база, є вирішальним фактором фінансової стабільності рослинницької галузі.

Другою важливою галуззю виробництва СТОВ імені Леся Сердюка є тваринництво, яке має молочно-м'ясний напрям спеціалізації. Загальне поголів'я великої рогатої худоби (ВРХ) становить 820 голів, у тому числі маточне стадо (корови) — 410 голів. Тваринницька галузь господарства характеризується високим рівнем механізації основних виробничих процесів: приготування та роздачі кормів, доїння корів, первинного охолодження молока та видалення гною. На фермах експлуатується комплекс обладнання: доїльні установки, вакуумні системи, подрібнювачі кормів, мобільні кормороздавачі (на базі тракторів типу МТЗ-80/82) та гнойові транспортери типу ТСН-160.

Специфіка обладнання тваринницьких ферм полягає в тому, що воно працює в безперервному щоденному режимі, часто в умовах підвищеної вологості та агресивного хімічного середовища (наявність аміаку, сірководню тощо). Це викликає прискорену корозію металоконструкцій, інтенсивний знос рухомих деталей та частий вихід з ладу елементів приводу. Обслуговування та ремонт цього обладнання вимагають від інженерної служби СТОВ імені Леся Сердюка оперативного реагування та наявності в центральній ремонтній майстерні спеціалізованих дільниць і кваліфікованих слюсарів.

Розглядаючи загальні економічні показники діяльності СТОВ імені Леся Сердюка, слід відзначити, що підприємство має суттєві резерви для зниження собівартості продукції за рахунок оптимізації інженерно-технічного забезпечення. Витрати на технічне обслуговування, поточний і капітальний ремонт машин складають значну частину в загальній структурі собівартості виробництва продукції. Виконання ремонтних робіт силами сторонніх сервісних підприємств або дилерських центрів є надзвичайно дорогим і не завжди оперативним через значні логістичні витрати. Тому господарство робить ставку на виконання ремонтно-обслуговуючих робіт у власній ремонтній майстерні. Однак існуючий стан майстерні, технологічне планування її дільниць та рівень оснащення розбирально-складальним обладнанням стримують ріст продуктивності праці робітників.

Проведений аналіз рослинницької та тваринницької діяльності СТОВ імені Леся Сердюка дозволяє зробити такі висновки.

- Господарство є потужним виробником сільськогосподарської продукції Київської області з розвиненими галузями рослинництва та тваринництва, що зумовлює наявність великого та різноманітного парку мобільної техніки.
- Інтенсивні технології вирощування культур на темно-сірих опідзолених ґрунтах та чорноземах за значних обсягів механізованих робіт призводять до природного зносу деталей МТП, що вимагає створення надійної автономної внутрішньогосподарської системи технічного сервісу.
- Сезонний характер рослинництва та безперервний характер тваринницького виробництва вимагають високого коефіцієнта технічної готовності машин і мінімізації строків перебування техніки в ремонті, що може бути досягнуто лише шляхом впровадження прогресивних технологій ремонту та модернізації технологічного устаткування майстерні.

Таким чином, розробка проекту реконструкції ремонтно-монтажної дільниці та обґрунтування параметрів ремонтно-обслуговуючої бази СТОВ імені Леся Сердюка є об'єктивною виробничою необхідністю, яка дозволить підвищити ефективність використання техніки, знизити експлуатаційні витрати і забезпечити зростання економічної ефективності всього агровиробництва.

1.2. Аналіз складу та використання машинно-тракторного парку агрофірми

Ефективність усього сільськогосподарського виробництва, можливість оперативного виконання напружених польових робіт у чітко визначені агротехнічні строки, а також загальний рівень собівартості отриманої кінцевої продукції в СТОВ імені Леся Сердюка безпосередньо визначаються технічним станом, кількісним складом та рівнем експлуатації його машинно-тракторного

парку (МТП). Структурний та марочний склад парку машин є базовим інженерним фактором, який повністю формує виробниче завантаження центральної ремонтної майстерні (ЦРМ) підприємства. Саме від специфіки наявної техніки залежать технологічні вимоги до оснащення майстерні, зокрема до потужності, вантажопідйомності та конструктивних особливостей розбирально-складального і підйомного устаткування.

На сучасному етапі розвитку машинно-тракторний парк СТОВ імені Леся Сердюка сформовано за принципом комбінування енергонасичених тракторів загального призначення, універсально-просапних машин, а також спеціалізованого автомобільного і комбайнового парку. Оскільки господарство є багатогалузевим і вирощує велику кількість різноманітних за технологією вирощування культур (зернові, кукурудза, соняшник, ріпак), інженерна служба змушена утримувати широкий шлейф різнотипних сільськогосподарських машин.

Таблиця 1.3

Марочний та кількісний склад машинно-тракторного парку СТОВ імені Леся Сердюка

Марка трактора / комбайна	Кількість, од.	Основне технологічне призначення в господарстві
John Deere	2	Основний обробіток, глибоке розпушування, дискування
Фендт 936	1	Ранньовесняний обробіток, робота на перезволожених ґрунтах
Кейс 285	1	Посів, культивація, обприскування, транспортні роботи, ферми
Кейс 310	2	Внутрішньогосподарські, навантажувальні та допоміжні роботи
Кейс STX 600	3	Внутрішньогосподарські, навантажувальні та допоміжні роботи
ПМЗ-6	3	Внутрішньогосподарські, допоміжні роботи
Самохідні комбайни		

ДЖОН ДІР 1188	2		Збирання зернових, зернобобових
JAGUAR-980	2		Збирання дрібних масивів, робота на важких ділянках
Кейс		1	
Е-281		1	Заготовка силосу, сенажу для тваринницького комплексу
КС-2,6		1	Заготовка силосу, сенажу для тваринницького комплексу

Детальний аналіз структури тракторного парку свідчить, що основу енергетичних потужностей господарства складають колісні трактори тягового класу 3,0 (Т-150К) та універсально-просапні трактори класу 1,4 (сімейство МТЗ та ЮМЗ). Трактори класу 3,0 виконують найбільш енергомісткі та важкі технологічні операції: основний обробіток ґрунту (оранка, безвідвальне розпушування), суцільну передпосівну культивацію, сівбу зернових культур у складі широкозахватних агрегатів, а також важкі транспортні роботи в осінній період під час збирання кукурудзи на силос та зерно.

Трактори класу 1,4 (МТЗ-80/82) є найбільш масовою групою машин у господарстві (14 одиниць), що пояснюється їх високою універсальністю. Вони задіяні практично цілий рік: навесні — на закритті вологи, підживленні озимих, посіві просапних культур; влітку — на догляді за посівами (міжрядний обробіток, внесення пестицидів) та заготовці кормів; взимку — на щоденному обслуговуванні тваринницьких ферм (роздача кормів, видалення гною) та очищенні внутрішньогосподарських доріг від снігу.

Що стосується складного комбайнового парку (комбайни Дон-1500Б та КЗС-1218 «Полісся»), то навантаження на одну одиницю під час жнив є надзвичайно високим і перевищує 220–250 гектарів зернового клину.

За такого завантаження технічний стан комбайнів вимагає дуже ретельної та глибокої міжсезонної (зимової) підготовки. Проте через обмежені площі існуючої майстерні та відсутність обладнання для надійного підйому та

кантування важких і габаритних вузлів комбайнів, якічна підготовка техніки взимку ускладнена. Через це значна частина регулювальних та ремонтних робіт переноситься на літо і виконується поспіхом безпосередньо перед виходом у поле, що збільшує ризик поломок під час збирання врожаю.

Аналіз журналів обліку технічного стану МТП СТОВ імені Леся Сердюка за останні роки показує, що середній фактичний коефіцієнт технічної готовності за групою важких тракторів Т-150К знаходиться на незадовільному рівні й коливається в межах 0,72–0,75. У періоди найбільш напружених польових кампаній (весняна сівба та осіннє збирання врожаю) цей показник через різке збільшення кількості відмов падає до критичної позначки 0,68. Це означає, що майже третина найпотужнішого тракторного парку господарства періодично перебуває в неробочому стані. Для порівняння, сучасні вимоги високоефективного агровиробництва потребують підтримання коефіцієнта технічної готовності на рівні не менше 0,85–0,90.

Головною причиною такого низького рівня готовності техніки є надмірно тривалий час перебування машин у стані ремонту або в очікуванні відновлення працездатності в майстерні підприємства. Цей простій зумовлений не стільки дефіцитом чи логістикою постачання запасних частин, скільки низькою пропускною здатністю наявної ремонтної бази СТОВ імені Леся Сердюка та браком засобів механізації важких розбирально-складальних операцій.

Сільськогосподарське виробництво в умовах Броварського району має чітко виражений сезонний характер, що створює велику нерівномірність навантаження на техніку та ремонтний персонал протягом року. На основі аналізу планів-графіків польових робіт підприємства можна виділити три основні «пікові» періоди максимальної напруженості: ранньовесняний період (квітень–травень): закриття вологи, передпосівний обробіток ґрунту, внесення мінеральних добрив та сівба ранніх зернових, соняшнику і кукурудзи; літній період (липень–серпень): осінній період (вересень–жовтень): збирання пізніх технічних і зернових культур (кукурудза на зерно, соняшник), копання силосу,

підготовка ґрунту під урожай наступного року (осіння оранка на зяб) та посів озимих культур. Це найбільш тривалий та технологічно складний період, де одночасно і на межі технічних можливостей працюють абсолютно всі групи тракторів, комбайнів та автомобілів.

Під час цих пікових періодів навантаження на вузли та агрегати машин досягає максимальних значень. Робота техніки ведеться у дві зміни, часто в умовах високої запиленості повітря чи підвищених навантажень на трансмісію через специфіку щільних ґрунтів Київщини. Як наслідок, різко зростає інтенсивність механічного зносу деталей, що призводить до складних аварійних поломок. Коли ламається важкий трактор класу 3,0 (наприклад, відбувається руйнування елементів коробки передач, зчеплення чи ведучих мостів трактора Т-150К), інженерна служба не має можливості оперативно замінити його іншою машиною. Ремонтний персонал майстерні змушений проводити аварійний ремонт у максимально прискореному темпі безпосередньо в розпал польових робіт.

Аналіз реальних умов виконання ремонтних робіт у ЦРМ господарства показав, що при поточному ремонті трансмісії та ходової частини тракторів Т-150К найважчими, тривалими та небезпечними є операції з розстикування трактора (розкочування напіврам), зняття коробки перемикання передач (вага якої перевищує 900 кг) та демонтажу важких ведучих мостів. Через повну відсутність у майстерні спеціалізованого стаціонарного підйомного обладнання з високою вантажопідйомністю та точністю позиціонування, слюсарі змушені використовувати примітивні ручні засоби: гвинтові домкрати, ручні талі, дерев'яні та металеві підставки.

Це призводить до того, що операція розкочування та зняття вузлів, яка за прогресивними технологічними картками має займати не більше 3–4 годин, в умовах господарства триває понад 1,5–2 дні. Це штучно збільшує час простою дорогої техніки в ремонті, знижує загальну продуктивність праці ремонтних

робітників (яка наразі становить всього 3,8 умовних ремонтів на людино-годину) та погіршує техніко-економічні показники всього підприємства.

Таблиця 1.4

Марочний та кількісний склад автопарку парку СТОВ імені Леся Сердюка наведено в таблиці 1.4

№ п.п.	Марка автомобіля	Кількість автомобілів
1.	ГАЗ-53А	1
2.	ГАЗ-3307	1
3.	MAN	2
4.	УАЗ-31514	2
5.	КРАЗ	3
6.	Причеп автомоб.	6
7.	МАЗ	2

Аналогічна ситуація спостерігається і при аналізі використання автомобільного парку господарства, який налічує 13 вантажних автомобілів (переважно модифікації ГАЗ-53, САЗ-3507 та ЗІЛ-130). Основна частина цих автомобілів задіяна на вивезенні продукції від комбайнів та доставці кормів на тваринницькі ферми. Найбільш частими видами несправностей автомобілів є знос елементів підвіски, рульового керування та редукторів ведучих мостів. Оскільки обслуговування автомобілів у теперішній час виконується на тупикових постах майстерні, обладнаних лише звичайними оглядовими канавами, доступ слюсарів до нижньої частини машин є обмеженим та незручним, що суттєво уповільнює процес ремонту.

Таблиця 1.5

Марочний та кількісний склад сільськогосподарських машин СТОВ імені Леся Сердюка в таблиці 1.5

№ п.п.	Марка машини	Кількість машин
1.	Оприскувачі: Case IH Patriot	1
2.	ОП-1600	1
3.	Стогоклад СКУ-0,5	1
4.	Прес-підбірники: ППВ-1,6; К-453	2
5.	Жатки начепні: ЖНС-6-12	2
6.	ЖВН-6	1
7.	Стоговоз СТП-2	1
8.	Плуги: ПМЛ-5-35	5
9.	Lemken	5
10.	ПТК-9-35	1

Таким чином, проведений комплексний аналіз складу та особливостей експлуатації машинно-тракторного парку СТОВ імені Леся Сердюка дозволяє зробити такі висновки:

- Наявний машинно-тракторний парк господарства за своїм кількісним складом спроможний виконувати заплановані обсяги виробництва, проте його структура потребує радикального підвищення надійності за рахунок покращення якості внутрішньогосподарського технічного сервісу.

- Високий ступінь фізичного зносу основних енергетичних засобів (тракторів класу 3,0) та вантажних автомобілів зумовлює високу частоту відмов та низький коефіцієнт технічної готовності техніки в пікові періоди польових робіт.

- Головним лімітуючим фактором, що стримує ріст готовності МТП, є надмірна тривалість перебування машин у ремонті через високу трудомісткість важких розбирально-складальних та підйомних операцій. Скорочення часу простою машин може бути досягнуто лише шляхом модернізації технологічного процесу в ремонтній майстерні, організації спеціалізованої ремонтно-монтажної

дільниці та впровадження ефективного розбирально-складального обладнання (гідропідіймача).

1.3. Оцінка стану існуючої ремонтно-обслуговуючої бази та організації ремонтних робіт

Ефективність експлуатації складного та різногабаритного машинно-тракторного парку, який експлуатується в СТОВ імені Леся Сердюка, безпосередньо лімітується станом і можливостями його внутрішньогосподарської ремонтно-обслуговуючої бази (РОБ). Надійна робота техніки у пікові періоди польових кампаній можлива лише за наявності чітко організованої системи технічного сервісу, яка спирається на розвинену інфраструктуру виробничих підрозділів, сучасне технологічне устаткування та раціональні логістичні зв'язки всередині інженерної служби господарства.

- центральну ремонтну майстерню (ЦРМ);
- пункт технічного обслуговування (ПТО);
- відкритий майданчик для міжсезонного зберігання сільськогосподарських машин (машинний двір);
- складські приміщення для зберігання запасних частин, агрегатів, вузлів та інструменту;
- нафтогосподарство (склад паливно-мастильних матеріалів) із заправним

пунктом.

Основним ядром цієї системи є будівля центральної ремонтної майстерні. Вона являє собою капітальну одноповерхову споруду з цегляними стінами та залізобетонним перекриттям. Проте детальний інженерний опис та обстеження будівлі ЦРМ виявили значний ступінь її фізичного зносу. Покрівля майстерні в кількох місцях потребує капітального ремонту, що призводить до протікання води в періоди затяжних дощів та танення снігу. Це створює підвищену вологість

усередині приміщення, негативно впливає на стан металообробних верстатів, викликає прискорену корозію інструменту й технологічного обладнання, а також грубо порушує нормативні вимоги виробничої санітарії та охорони праці для ремонтного персоналу.

Система інженерних комунікацій майстерні також знаходиться у незадовільному стані. Наявне водяне опалення від власної твердопаливної котельні через значний знос тепломереж та радіаторів працює неефективно. В зимовий період температура в робочій зоні ремонтних постів часто опускається до позначки +5...+8 °С, що значно нижче від нормативних вимог чинного законодавства України. В таких умовах продуктивність праці слюсарів різко падає, збільшується тривалість виконання операцій, а якість складання прецизійних вузлів (наприклад, регулювання проміжного вала чи зачеплення шестерень трансмісії трактора Т-150К) суттєво погіршується.

Система загальної припливно-витяжної вентиляції практично не функціонує, тому під час прогріву двигунів тракторів після ремонту безпосередньо в залі майстерні спостерігається висока загазованість, що змушує робітників відкривати в'їзні ворота, додатково вихолоджуючи приміщення. Природне та штучне освітлення робочих місць не відповідає діючим стандартам через застарілу систему люмінесцентних ламп та забрудненість шибок ліхтарів покрівлі.

Внутрішнє планування ЦРМ виконане за класичною тупиковою схемою, яка на сьогодні вже морально застаріла й стримує гнучкість ремонтного виробництва. У будівлі виділено кілька ізольованих та напівізольованих технологічних дільниць: розбирально-монтажну (основний зал на 3 тупикові пости); механічну (токарно-фрезерну); слюсарно-механічну; ковальсько-зварювальну; дільницю з ремонту паливної апаратури та гідросистем; інструментальну комору.

Аудит верстатного парку та технологічного устаткування цих дільниць показав, що рівень технічного оснащення є недостатнім для якісного

обслуговування сучасних машин. У механічній дільниці встановлено два токарно-гвинторізні верстати моделі 1К62, один вертикально-свердлильний верстат та універсально-фрезерний верстат. Всі вони мають значний люфт шпинделів та знос напрямних станини, що унеможливлює виконання точних відновлювальних робіт (наприклад, проточування валів під ремонтні розміри підшипників кочення). Дільниця з ремонту паливної апаратури обладнана застарілим стендом для регулювання ПНВТ (паливних насосів високого тиску), який не дозволяє проводити точне калібрування сучасних паливних систем з електронним керуванням, через що господарство змушене відправляти ці вузли на спеціалізовані сторонні сервісні станції.

Найбільш критична ситуація склалася безпосередньо на розбирально-монтажній дільниці ЦРМ СТОВ імені Леся Сердюка. Ця дільниця за своєю технологічною суттю має бути головним конвеєром, де акумулюються основні потоки відмовних машин. Саме тут виконуються процеси загального демонтажу, вузлового розбирання, дефектування деталей, заміна зношених елементів та фінальне складання й випробування тракторів та автомобілів. Проте аналіз наявного тут обладнання виявив повну відсутність стаціонарних
та ефективних мобільних вантажопідйомних механізмів. Наявна кран-балка вантажопідйомністю 1,5 тонни через технічну несправність редуктора переміщення та знос підкранових шляхів виведена з експлуатації і тривалий час не функціонує.

Внаслідок цього під час виконання поточного ремонту тракторів класу 3,0 (Т-150К), вага окремих вузлів яких коливається від 300 до 1200 кг, слюсарі змушені виконувати всі підйомні, транспортні та фіксуючі операції вручну або за допомогою випадкових механічних пристроїв. Для підйому напіврам тракторів використовуються переносні гвинтові чи гідравлічні домкрати низької надійності, а для фіксації піднятих важких машин застосовуються саморобні металеві козли, дерев'яні колоди та випадкові підставки. Такий спосіб організації праці створює величезні ризики для життя та здоров'я ремонтного персоналу,

оскільки існує постійна небезпека перекосу та падіння багатотонної машини з примітивних опор.

Окрім небезпеки, такий підхід критично збільшує загальну трудомісткість ремонтних робіт. Наприклад, операція заміни муфти зчеплення на тракторі Т-150К за технологією вимагає повного розстикування (розкочування) передньої та задньої напіврам. За відсутності спеціалізованого підйомного обладнання та напрямних стендів, процес точного центрування двох половин трактора під час зведення перетворюється на тривалу, фізично виснажливу процедуру, яка займає у слюсарів кілька робочих змін замість кількох нормативних годин. Весь цей час інші несправні трактори стоять у черзі на подвір'ї майстерні під відкритим небом, оскільки три робочі пости розбирально-монтажної дільниці виявляються заблокованими однією розібраною машиною.

Організація робіт на пункті технічного обслуговування (ПТО) також має низку недоліків. ПТО призначений для проведення планових ТО-1 та ТО-2 тракторного парку. Він обладнаний однією оглядовою канавою тупикового типу. Проте через відсутність вбудованих канавних підйомників, проведення діагностики підвіски, заміна масел у трансмісії та регулювання колісних редукторів виконуються в незручних позах, що знижує якість контрольних операцій. Як наслідок, планові технічні обслуговування часто проводяться формально або зі зміщенням нормативних інтервалів напрацювання машин, що провокує виникнення подальших важких аварійних поломок безпосередньо під час роботи в полі.

Машинний двір підприємства, де має зберігатися техніка в міжсезонний період, не має твердого асфальтованого чи бетонного покриття. Сільськогосподарські машини (плуги, дискові борони, сівалки, культиватори) після завершення сезону робіт часто ставляться на зберігання на ґрунтовий майданчик без належної консервації, очищення та покриття захисними антикорозійними сумішами. Це призводить до прискореного атмосферного зносу, іржавіння різьбових з'єднань, гідроциліндрів та робочих органів під

впливом опадів. Навесні, під час підготовки цих машин до виходу в поле, ремонтна майстерня отримує додатковий незапланований обсяг робіт з відновлення заклинених підшипників, заміни розірваних манжет гідросистем та деформованих деталей внаслідок неправильного зимового зберігання.

Висновки за результатами аналізу РОБ:

1. Матеріально-технічний стан центральної ремонтної майстерні господарства, її інженерних мереж (опалення, вентиляція) та верстатного парку знаходиться на незадовільному рівні й не відповідає сучасним вимогам технічного сервісу та стандартам охорони праці.

2. Головним «вузьким місцем» технологічного процесу є розбирально-монтажна дільниця, яка через повну відсутність працездатних підйомних та фіксуючих засобів працює з низькою ефективністю, штучно подовжуючи термін перебування машин у ремонті та знижуючи коефіцієнт технічної готовності МТП.

3. Існуюча організація праці, тупикове планування постів та незадовільні умови на робочих місцях обумовлюють високу собівартість ремонтних робіт та низьку продуктивність праці робітників.

Таким чином, для усунення виявлених деструктивних факторів та забезпечення стабільного розвитку СТОВ імені Леся Сердюка постає гостра виробнича необхідність у проведенні реконструкції та модернізації ремонтно-обслуговуючої бази. Пріоритетним напрямком цієї модернізації є розробка проекту оновленої ремонтно-монтажної дільниці з обов'язковим впровадженням нового, високоефективного та безпечного розбирально-складального обладнання – спеціалізованого гідропідіймача, що дозволить повністю ліквідувати ручну працю на важких операціях та радикально скоротити простої техніки.

1.4. Обґрунтування мети, завдань бакалаврської кваліфікаційної роботи та напрямків удосконалення обладнання

Завершальним етапом комплексного аналізу виробничої та інженерно-технічної діяльності СТОВ імені Леся Сердюка є чітке формулювання науково-технічної проблеми, визначення цільових орієнтирів та формування структури завдань, що підлягають вирішенню в межах дипломного проектування. Попередній глибокий аудит стану машинно-тракторного парку та поточної ремонтно-обслуговуючої бази дозволив виявити низку деструктивних чинників, які стримують ефективність агровиробництва, підвищують собівартість ремонтних робіт, знижують коефіцієнт технічної готовності енергетичних засобів і створюють потенційну небезпеку для життя та здоров'я обслуговуючого персоналу.

Головне інженерне протиріччя, виявлене в процесі аналізу, полягає в тому, що СТОВ імені Леся Сердюка володіє значними площами ріллі та великим МТП, де основу становлять важкі енергонасичені трактори загального призначення типу Т-150К, проте існуючий технологічний рівень і матеріально-технічне оснащення центральної ремонтної майстерні не відповідають масштабам та складності експлуатованої техніки. Повна відсутність на розбирально-монтажній дільниці працездатних підйомних засобів, застаріле верстатне обладнання, неефективна робота опалювальної та вентиляційної систем призводять до значного зростання тривалості ремонтних простоїв. Коли в розпал весняних чи осінніх польових робіт трактори класу 3,0 вибувають з
ладу через поломки трансмісії, їх тривале відновлення в майстерні через високу питому вагу ручної праці завдає підприємству значних фінансових збитків внаслідок порушення жорстких агротехнічних строків.

Виходячи з актуальності вищезазначених проблем, головною метою дипломного проектування є розробка комплексного інженерно-технологічного проекту реконструкції та модернізації центральної ремонтної майстерні СТОВ

імені Леся Сердюка з організацією високоефективної ремонтно-монтажної дільниці та впровадженням удосконаленого розбирально-складального обладнання.

Реалізація цього проекту покликана радикально знизити тривалість перебування сільськогосподарської техніки в стані ремонту, підвищити коефіцієнт її технічної готовності до нормативних значень (0,85–0,90), покращити продуктивність праці ремонтних робітників, знизити собівартість внутрішньогосподарського технічного сервісу, а також забезпечити повну безпеку праці відповідно до вимог діючого законодавства України.

1. Техніко-економічний та аналітичний огляд: Дати розгорнуту характеристику виробничої діяльності господарства, провести детальний аналіз структури, вікового складу та особливостей експлуатації машинно-тракторного, автомобільного і комбайнового парків, оцінити стан існуючих будівель, комунікацій та верстатного устаткування ремонтно-обслуговуючої бази СТОВ імені Леся Сердюка.

2. Технологічний розрахунок програми майстерні: Визначити плановий річний обсяг ремонтно-обслуговуючих робіт з урахуванням перспективи розвитку та оновлення МТП агрофірми. Виконати розподіл загальної трудомісткості за видами технологічних операцій та спеціалізованими виробничими дільницями майстерні.

3. Організаційне проектування: Обґрунтувати режим роботи та графіки завантаження ЦРМ, розрахувати необхідну чисельність штату виробничих робітників, інженерно-технічного персоналу та допоміжних працівників.

4. Обґрунтування матеріально-технічного забезпечення: Провести розрахунок та підбір необхідної номенклатури металорізального, розбирально-складального, діагностичного та підйомного обладнання, розрахувати площі проектованої ремонтно-монтажної дільниці та розробити схему її раціонального технологічного планування.

5. Конструкторська розробка (модернізація обладнання): Розробити та технічно обґрунтувати конструкцію вдосконаленого стаціонарного гідропідіймача для тракторів, автомобілів та важкої сільськогосподарської техніки з метою повної ліквідації ручної праці під час важких розбирально-складальних операцій.

6. Розрахунок елементів конструкції: Виконати необхідні інженерні розрахунки деталей та вузлів гідропідіймача на міцність, стійкість та знос (зокрема розрахунок гідроциліндрів, елементів рами, осей, зварних з'єднань), вибравши оптимальні матеріали та геометричні параметри.

7. Охорона праці та навколишнього середовища: Провести детальний аналіз робочих місць на ремонтно-монтажній дільниці за критеріями технічної безпеки, розробити заходи з виробничої санітарії, електробезпеки, пожежної безпеки, а також запропонувати рішення щодо охорони довкілля та утилізації відходів ремонтного виробництва (відпрацьованих масел, металобрухту).

8. Техніко-економічна оцінка проекту: Розрахувати обсяг додаткових капіталовкладень, визначити зміну собівартості умовного ремонту, річний економічний ефект від впровадження проектних рішень та термін окупності капітальних витрат.

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Визначення річного обсягу витрат на технічне обслуговування та ремонт машинно-тракторного парку

Річний обсяг ремонтно-обслуговуючих робіт може бути визначений аналітичним, графічним і вірогідним способами. В дипломному проекті річний обсяг ремонтно-обслуговуючих робіт визначаємо за методикою кафедри ремонту машин [19]. Результати розрахунків зведені в додатку А.

Об’єм ремонтно-обслуговуючих робіт по господарству склав 17803 люд-год. Технічне обслуговування і ремонт тракторів склали 17314 люд-год., автомобілів – 2663,85 люд-год., сільськогосподарські машини в загальному об’ємі ремонтно-обслуговуючих робіт займають 942,44 люд-год., обладнання тваринницьких ферм займає 103,51 люд-год., комбайни – 410,8 люд-год.

Для того, щоб виконати вказані об’єми ремонтно-обслуговуючих робіт за рік необхідно 5 ремонтних робітників, потрібне складне і дороге обладнання. Працездатність тракторів, автомобілів та іншої сільськогосподарської техніки потрібно забезпечити на протязі всього року, а ряду сільськогосподарських машин – сезонно.

Виходячи з указаних особливостей сільськогосподарського виробництва, ремонтно-обслуговуюча база господарства повинна створюватися з урахуванням забезпечення працездатності машинно-тракторного парку в задані строки і при мінімальних затратах матеріальних і трудових резервів.

Таке завдання може бути успішно вирішене при раціональному плануванні технічного обслуговування та ремонтів машинно-тракторного парку, розподілу праці кооперуванні ремонтно-обслуговуючих підприємств Держагропрому.

2.2. Розподіл ремонтно-обслуговуючих робіт між ремонтними підприємствами, РМ та пересувними засобами господарства

Розподіл річного об'єму ремонтно-обслуговуючих робіт за місцем виконання виконується згідно рекомендацій [1, 2.]. Результати розрахунків наводимо в табл. 2.1.

Як видно, по наведених даних, із загального річного обсягу ремонтно-обслуговуючих робіт, що складають 17803 люд-год., планується виконати на спеціалізованих ремонтних підприємствах роботи в об'ємі 3247,99 люд-год., в ремонтній майстерні – 9829,39 люд-год., в гаражі – 870,83 люд.-год., на машинному дворі – 448,23 люд-год., бригадних ремонтних майстернях – 3106,25 люд-год. За допомогою пересувних ремонтних майстерень – 300,33 люд-год.

На спеціалізованих ремонтних підприємствах передбачається виконання більш складних і трудомістких робіт (капітальний ремонт тракторів, автомобілів і складних сільськогосподарських машин, капітальний ремонт агрегатів для потреб текучого ремонту і ТО-3 енергонасичених машин)

В умовах ремонтної майстерні передбачається проводити текучий ремонт повнокомплектної техніки, ТО-3 тракторів (крім енергонасичених), ТО-2, сезонного обслуговування при зберіганні.

В результаті такого розподілу, в господарстві будуть створені необхідні умови для зберігання працездатності машинно-тракторного парку, при мінімальних затратах матеріальних і трудових ресурсів з урахуванням ефективного використання всієї ремонтно-обслуговуючої бази.

На протязі року в майстерні потрібно виконати додаткових робіт: а) відновлення і виготовлення деталей – 819,12 люд-год.; б) ремонт, виготовлення оснастки і інструменту – 409,56 люд-год.; в) інші роботи –

409,56 люд-год. Таким чином, загальна річна трудомісткість робіт в ремонтній майстерні становить 9829,39 люд-год.

2.3 Планування роботи майстерні

Робота ремонтної майстерні в господарстві планується за допомогою календарного графіка її завантаження, який розробляється на круглий рік. Графік будується по методиці, розроблений на кафедрі надійності техніки [13], де враховується рівномірне завантаження майстерні на протязі всього року і закінченні ремонту відповідного виду машин не пізніше двох тижнів до початку середніх строків їх використання з урахуванням можливого здвигу польових робіт по природнокліматичним умовам.

2.3.1. Розрахунок робочої сили, обладнання і комплектування робочих місць

В ремонтній майстерні можуть бути використані наступні категорії працівників і робітників (основні і допоміжні), інженерно-технічні працівники (ІТР), службовці, учні, молодший обслуговуючий персонал (МОП).

Кількість виробничих робітників необхідних для виконання заданої програми ремонтно-обслуговуючих робіт розраховуємо за формулою [3]:

$$Кр = \frac{T_i}{Ф_д};$$

чол. (2.1)

T_i – трудоємкість і- того виду робіт люд.-год.

$Ф_д$ – дійсний річний фонд часу працюючого, год.

Розрахунки показують, що потрібна кількість ремонтних робітників центральної ремонтної майстерні господарства складе:

- ремонтно-монтажна дільниця – 1 працівник;

- слюсарно-механічна дільниця – 2 працівники;

- дільниця з ремонту обладнання тваринницьких ферм – 1 працівник.

Штатну відомість робітників центральної майстерні наведено в таблиці Додатку 5

Розрахунок потрібного для виконання робіт обладнання проводимо по загальноприйнятій методиці [11]. Для сільськогосподарських підприємств розраховують кількість металообробних верстатів, а інше обладнання підбирають по технологічній необхідності і перевіряють його по змінній продуктивності.

Необхідну кількість металообробних верстатів розраховуємо за формулою:

$$S = \frac{T_s}{\Phi_д \cdot n \cdot \eta}; \qquad (2.2)$$

де T_s – сумарна трудомісткість верстатних робіт, верстато-годин;

$\Phi_д$ – дійсний фонд часу верстата, год;

n – кількість змін;

η - коефіцієнт використання обладнання η=0,5

Інше обладнання майстерні вибирають із типових технологічних процесів по ремонту сільськогосподарської техніки і каталогів ремонтно-технологічного обладнання. Перелік технологічного обладнання наведено в додатку 1.

Сумарна трудомісткість робіт припадає на слюсарно-механічні, ремонтно-монтажні.

2.3.2. Розрахунок виробничих площ і загальна компоновка виробничого корпусу

При розрахунку виробничих площ потрібно враховувати наступні вимоги:

1. Відстань від стінки верстата до стіни, або відстань до бокової сторони верстата, при його установці перпендикулярно стіні повинна бути не менша 0,5 м.

2. Відстань від колонки – не менше 0,4 м.

3. Відстань від верстата до стіни при розміщенні робітника між верстатом і стіною не менше 1,5 м.

4. Відстань між верстатами, розміщеними один до одного передніми сторонами не менше 1,5 м.

5. Відстань між верстатами, розміщеними один до другого тильними сторонами не менше 0,3-0,6 м.

6. Відстань між верстатами, розміщеними в один ряд не менше 0,3-0,6 м.

7. У зборочних цехах головний проїзд повинен бути не менше 3 м., а проходи між верстатами і другим обладнанням біля 1,5 м.

При розрахунку виробничих площ дільниць зовнішньої очистки і мийки, розбирально-мийної, збиральної, фарбування, діагностування враховують площу, що займає обладнання, машини та перехідний коефіцієнт [14]:

$$F = (F_o + F_м) \cdot G; м^2 \qquad (2.3)$$

де F_o –площа, що займає обладнання (підраховується по паспортних даних встановлювального обладнання) м^2.

$F_м$ – площа, яку займають машини, м^2.

G – перехідний коефіцієнт.

Площі інших дільниць розраховуються по площі, що займає обладнання, з урахуванням робочих зон і проходів.

Результати розрахунку площ відділень центральної майстерні зведені в табл. 2.3.

Таблаця. 2.3.

Розрахунок площі дільниць ремонтної майстерні

Назва дільниці	Площа, яку займає обладнання, м^2	Значення прийнятого коефіцієнту	Розрахункова площа, м^2	Прийнята площа, м^2
Зовнішньої мийки	12,5	4	50	50
Техобслуговування	17	3,5	59,5	60
Ремонту автотракторного обладнання	16,5	3,5	57,8	60
Зарядки та зберігання АКБ	4	4,5	18	18
Мідницько-жестяницька	4	4,5	18	18
Ремонту силового та автотракторного електрообладнання	8,5	4	34	36
Ковальсько-зварювальна	8,5	5,5	46,8	48
Ремонтно-монтажна	47	4	188	190
Поточного ремонту двигунів	8,5	4	34	34
Випробовування і регулювання двигунів	7	4	28	30
Ремонту паливної апаратури	8,3	3,5	29,05	30
Ремонту с.г. машин та обладнання тваринницьких ферм	26	4,5	17	120
Слюсарно-механічна	36	3	108	110
Шиноремонтна	6,5	4,5	29,25	30
Ремонту гідросистеми	11,3	3,5	39,5	40
Всього				954
Площадка для с.г. машин				170

2.3.3. Графік завантаження майстерні

Для побудови графіка завантаження майстерні виконуємо розподіл робіт в РМ по місяцям, табл. 2.4. При допомозі графіка можливе рівномірне

завантаження майстерні на протязі всього року, а також представляється можливим з високою точністю визначити необхідне число працюючих для ремонту і технічного обслуговування тракторів, автомобілів та другої сільськогосподарської техніки. Ремонт сільськогосподарської техніки проводимо почергово з урахуванням строків готовності техніки до роботи.

Технічне обслуговування автомобілів і причепів проводимо на протязі всього року і, як видно з графіку, задіємо для цього двох чоловік. Технічне обслуговування тракторів проводимо цілорічно і задіємо двох робітників. При текучому ремонті в зимовий період задіємо дев'ятьох чоловік, а в інший час – трьох.

Річна трудомісткість ремонту тракторів – 868,48 люд. год.

Сільськогосподарські машини, по можливості, необхідно відремонтувати за перший і четвертий квартали. Відкази усуваються на протязі всього року. Для їх усунення в різні періоди року приймають участь один-два чоловіки.

2.5. Технологічне планування майстерні і вибір обладнання

Приступаючи до розробки планіровки виробничого корпусу майстерні перш за все потрібно вибрати схему основної лінії виробничого процесу. Для майстерень приймають в основному схему прямого потоку, коли відношення ширини до довжини рівне 1/3, а будову вибирають прямокутної форми.

При прямому потоці дільниці розбирально-мийну, збирання машин – розміщені на одній прямій лінії в середині виробничого корпусу. Дільниці відновлення деталей і ремонту агрегатів розміщують звичайно із одного боку від лінії розбирання-збирання, а дільниці ремонту рам, кузовів і кабін – із другого боку.

Відділення і дільниці виробничого корпусу розміщують так, щоб ремонтувальні агрегати і дуже великі деталі розміщувалися по короткому шляху,

а взаємозв’язок розбирально-мийних і відділень по відновленню деталей відповідав ходу технологічного процесу і напрямку основного вантажопотоку.

Виробничі дільниці можуть займати один або декілька прольотів, а також частину прольоту. Не рекомендується відділяти відділення перегородками, якщо це не відповідає умовам технології, вимогам безпеки чи протипожежної безпеки. Дільниці, небезпечні в протипожежному відношенні, мають бути ізольовані від інших дільниць вогнестійкими стінами.

Приміщення, які відокремлюють перегородками, доцільно розміщувати біля зовнішніх стін, це полегшує виконання перегородок і вентиляційних засобів. При розміщенні обладнання повинні бути виконані вимоги: віддаль від стін до задньої частини верстата при перпендикулярній його по відношенню до стін 0,5м.; 1м при паралельному.

Витяжні зони розміщують поряд для утворення одного димоходу. Ширину вікон приміщення вибираємо по ДСТУ і найбільш підходять з шириною 1,8м. Ширина дверей 1-1,3м. Ширина воріт 4м. Ширина виробничих відділень передбачає 6м., так як стіни повинні розміщуватись по опорах ферм, відстань між ними повинна бути 3-6м. Після розстановки обладнання і планування відділень, ширина проектної майстерні – 18 м., довжина – 36м.

2.6. Особливості проведення ремонтно-монтажних робіт тракторів в умовах ремонтної майстерні агрофірми

Ефективність використання машинно-тракторного парку в сучасному сільськогосподарському виробництві значною мірою залежить від технічного стану тракторів та своєчасності виконання ремонтно-монтажних робіт. Особливо важливого значення це набуває для енергонасичених тракторів виробництва Харківського тракторного заводу (ХТЗ), які широко застосовуються для виконання важких польових робіт. В умовах агрофірм трактори ХТЗ використовуються при оранці, культивації, посіві, транспортуванні вантажів та

інших технологічних операціях, тому їхня працездатність безпосередньо впливає на дотримання агротехнічних строків і кінцеві виробничі результати підприємства.

Особливістю тракторів ХТЗ є значна маса окремих вузлів і агрегатів, складність конструкції трансмісії, наявність шарнірно-зчленованої рами в окремих моделях та високі навантаження, що виникають під час експлуатації. У процесі роботи найбільш інтенсивному зношуванню піддаються елементи трансмісії, ходової частини, системи зчеплення, гідравлічної системи та двигуна. У зв’язку з цим виникає необхідність виконання широкого комплексу ремонтно-монтажних робіт, спрямованих на відновлення працездатності техніки та забезпечення її подальшої безпечної експлуатації.

Ремонтно-монтажні роботи в умовах ремонтної майстерні агрофірми мають свої особливості, які обумовлені як конструкцією тракторів, так і специфікою виробничого процесу. Першим етапом є приймання машини в ремонт та проведення її технічного огляду. На цьому етапі визначаються зовнішні пошкодження, виявляються несправності та складається перелік робіт, необхідних для відновлення технічного стану трактора. Після цього виконується очищення машини від забруднень, залишків мастильних матеріалів та рослинних решток, що забезпечує безпечні умови подальшого ремонту.

Однією з найбільш трудомістких операцій є демонтаж великих вузлів і агрегатів. При ремонті тракторів ХТЗ часто виникає необхідність зняття двигуна, коробки передач, роздавальної коробки, ведучих мостів, елементів гідросистеми та інших важких деталей. Маса окремих агрегатів може досягати декількох сотень кілограмів, тому виконання таких операцій неможливе без використання спеціальних підйомно-транспортних засобів. У ремонтних майстернях для цього застосовуються кран-балки, гідравлічні підіймачі, пересувні талі та інші вантажопідйомні механізми.

Особливу увагу під час ремонту тракторів ХТЗ приділяють операціям розстикування трактора. Наприклад, при заміні муфти зчеплення або ремонті

коробки передач необхідно роз’єднати передню та задню частини машини. Через значну масу напіврам та необхідність точного центрування цей процес потребує використання спеціальних стендів або підйомних пристроїв. Відсутність сучасного обладнання значно ускладнює виконання робіт, збільшує їх трудомісткість та створює додаткову небезпеку для ремонтного персоналу.

Після демонтажу вузлів проводиться їх дефектування. Метою дефектування є визначення технічного стану деталей, виявлення тріщин, деформацій, зношування поверхонь тертя та інших пошкоджень. За результатами контролю приймається рішення про відновлення або заміну окремих деталей. Для виконання відновлювальних робіт використовуються токарні, фрезерні, свердлильні та шліфувальні верстати, а також зварювальне обладнання.

Важливе місце в технології ремонту займають складальні роботи. Під час складання необхідно забезпечити правильне взаємне розташування деталей, дотримання монтажних зазорів та моментів затягування різьбових з’єднань. Особливо це стосується вузлів трансмісії тракторів ХТЗ, де навіть незначні відхилення можуть призвести до підвищеного зношування або передчасного виходу агрегату з ладу. Для контролю якості складання використовуються вимірювальні інструменти, індикатори, шаблони та спеціальні пристрої.

Після завершення складальних робіт проводиться регулювання механізмів і систем трактора. Виконується регулювання муфти зчеплення, гальмівної системи, рульового керування, паливної апаратури та гідравлічного обладнання. Якість виконання цих операцій значною мірою визначає подальшу надійність і довговічність машини.

Завершальним етапом ремонтно-монтажних робіт є випробування трактора. Під час випробувань перевіряють роботу двигуна, трансмісії, гідросистеми, електрообладнання та інших механізмів. Особливу увагу приділяють відсутності сторонніх шумів, витоків робочих рідин та правильності

функціонування всіх систем. Лише після позитивних результатів випробувань трактор допускається до подальшої експлуатації.

Суттєвий вплив на якість ремонтно-монтажних робіт мають умови праці в ремонтній майстерні. Для забезпечення високої продуктивності праці необхідно підтримувати нормативний температурний режим, достатнє освітлення, ефективну вентиляцію та раціональне розташування обладнання. Особливого значення набуває оснащення ремонтно-монтажної дільниці сучасними гідравлічними підіймачами, які дозволяють безпечно виконувати підйом і фіксацію тракторів під час ремонту. Використання таких пристроїв дає можливість скоротити трудомісткість робіт, підвищити якість ремонту та покращити умови праці персоналу.

Таким чином, ремонтно-монтажні роботи тракторів ХТЗ в умовах ремонтної майстерні агрофірми характеризуються значною складністю та трудомісткістю. Висока маса агрегатів, необхідність точного виконання складальних операцій і дотримання вимог безпеки обумовлюють потребу в застосуванні спеціалізованого обладнання та сучасних технологічних рішень. Удосконалення організації ремонтного виробництва та модернізація підйомно-транспортних засобів дозволяють підвищити ефективність технічного сервісу, скоротити простої техніки та забезпечити надійну роботу тракторного парку агрофірми.

Для забезпечення якісного виконання ремонтно-монтажних робіт тракторів ХТЗ у ремонтній майстерні агрофірми необхідно передбачити відповідне технологічне обладнання, підйомно-транспортні засоби, спеціальний інструмент та технологічну оснастку. Правильний вибір оснащення дозволяє скоротити тривалість ремонту, підвищити якість виконуваних робіт і забезпечити безпечні умови праці ремонтного персоналу.

Основною особливістю ремонту тракторів ХТЗ є значна маса їх вузлів і агрегатів. Тому центральне місце в оснащенні ремонтно-монтажної дільниці займають підйомно-транспортні засоби. Для демонтажу та монтажу двигунів,

коробок передач, мостів та інших важких агрегатів доцільно використовувати кран-балку вантажопідйомністю 3,2–5 т. Для локального піднімання окремих вузлів застосовуються пересувні гідравлічні крани вантажопідйомністю до 2 т та гідравлічні домкрати вантажопідйомністю 10–20 т. Під час виконання робіт під трактором використовуються страхувальні підставки та опорні козли.

Для виконання операцій розстикування трактора ХТЗ рекомендується застосовувати спеціальний гідравлічний підйомник або пересувний монтажний візок. Використання такого обладнання забезпечує безпечне переміщення напіврам трактора та суттєво знижує трудомісткість виконання ремонтних операцій.

До складу основного технологічного обладнання ремонтно-монтажної дільниці доцільно включити наступне, що представлено в таблиці 2.4.

Для контролю точності складання використовують вимірювальний інструмент: штангенциркулі; мікрометри; нутроміри; індикатори годинникового типу; щупи для контролю зазорів; кутоміри та лінійки.

Значна кількість ремонтних операцій потребує використання спеціальної технологічної оснастки. До неї належать різноманітні знімачі підшипників, шестерень та шківів, оправки для монтажу ущільнень, пристрої для центрування муфти зчеплення, стенди для складання агрегатів та пристрої для фіксації деталей під час ремонту. Для ремонту гідравлічної системи тракторів ХТЗ доцільно використовувати спеціальний стенд для перевірки гідроагрегатів та комплект діагностичного обладнання для контролю тиску й витрати робочої рідини. Під час ремонту паливної системи застосовують стенди для перевірки форсунок та паливних насосів високого тиску.

Таблиця 2.4

Основне технологічне обладнання ремонтно-монтажної дільниці

Найменування обладнання	Кількість, шт.	Призначення
Кран-балка 5 т	1	Демонтаж та монтаж агрегатів

Найменування обладнання	Кількість, шт.	Призначення
Гідравлічний підйомник	1	Піднімання тракторів та агрегатів
Гідравлічний прес 20 т	1	Запресування та випресування деталей
Свердлильний верстат	1	Обробка отворів
Точильно-шліфувальний верстат	1	Заточування та доведення деталей
Зварювальний напівавтомат	1	Відновлювальні роботи
Пересувний кран типу «гусак»	1	Монтажні роботи
Компресорна установка	1	Пневмоінструмент та очищення деталей
Мийна установка	1	Очищення вузлів та агрегатів

Важливим елементом оснащення ремонтно-монтажної дільниці є пересувні інструментальні візки, металеві шафи для зберігання інструменту та стелажі для розміщення деталей і вузлів. Їх використання забезпечує раціональну організацію робочих місць та скорочує непродуктивні витрати часу. Таким чином, для якісного виконання ремонтно-монтажних робіт тракторів ХТЗ ремонтна майстерня повинна бути оснащена комплексом сучасного технологічного обладнання, підйомно-транспортних засобів, спеціального інструменту та технологічної оснастки. Особливе значення при цьому має використання гідравлічних підйомників і монтажних пристроїв, які забезпечують безпечне виконання робіт із важкими агрегатами та сприяють підвищенню продуктивності праці ремонтного персоналу.

РОЗДІЛ 3. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ГІДРОПІДІЙМАЧА ТРАКТОРА

3.1. Функціональне призначення та сфера застосування гідропідіймачів тракторів

У технологічній структурі ремонтно-обслуговуючих робіт тракторної техніки важливе місце займають операції діагностування, обкатки та контролю технічного стану вузлів ходової частини і трансмісії. Виконання зазначених операцій потребує надійного та безпечного підйому машини з можливістю її фіксації у піднятому положенні. З цією метою доцільним є застосування спеціалізованих гідропідіймачів, які забезпечують підйом тракторів на задану висоту з мінімальними витратами часу та енергії.

Гідропідіймачі знаходять застосування переважно на дільницях технічного обслуговування, діагностики та обкатки машин у ремонтних майстернях і сервісних підприємствах. Їх використання дозволяє підвищити точність вимірювальних операцій, покращити умови праці обслуговуючого персоналу та забезпечити доступ до вузлів, що підлягають контролю або регулюванню. Особливо актуальним є застосування таких пристроїв для гусеничних тракторів, де необхідно враховувати специфіку конструкції ходової частини, значні масогабаритні показники та нерівномірний розподіл навантаження.

Сучасні тенденції розвитку тракторобудування, зокрема збільшення маси та габаритів машин (як у випадку тракторів сімейства ХТЗ), зумовлюють необхідність удосконалення підйомного обладнання. У зв’язку з цим гідропідіймач повинен забезпечувати універсальність застосування для різних типорозмірів техніки, що досягається шляхом відповідного вибору конструктивної схеми, параметрів вантажопідйомності та геометричних характеристик опорної платформи.

3.2. Поглиблений аналіз існуючих конструкцій підйомних пристроїв для вивантаження тракторів і мобільних енергетичних засобів

Підйомні пристрої, що застосовуються для вивантаження, технічного обслуговування та діагностики тракторів і мобільних енергетичних засобів, характеризуються значною різноманітністю конструктивних схем і принципів дії. Їх вибір визначається масогабаритними параметрами техніки, умовами експлуатації, вимогами до точності позиціонування та безпеки виконання робіт. Узагальнення сучасних технічних рішень дозволяє виділити три основні групи підйомних пристроїв: електромеханічні, гідравлічні та комбіновані системи.

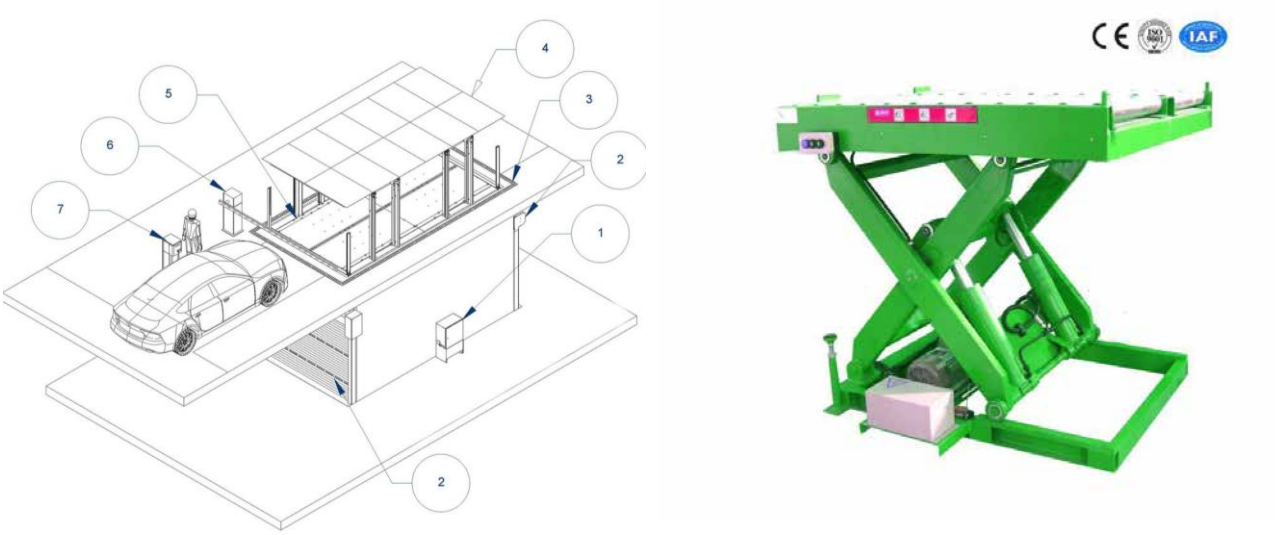
Електромеханічні підйомники базуються на використанні гвинтових передач, що приводяться в рух електродвигуном через редуктор. Класичним прикладом є підйомники типу ОПР, у яких підйом платформи здійснюється синхронізованим обертанням кількох гвинтів.

Основними перевагами таких конструкцій є: відносна простота конструкції; висока точність позиціонування платформи; відсутність потреби у гідравлічній рідині.

Водночас встановлено суттєві обмеження їх застосування для гусеничних тракторів: обмежена вантажопідйомність (як правило, до 5–6 т); складність забезпечення синхронності роботи гвинтових пар; підвищений знос різьбових з’єднань при роботі з великими навантаженнями; значні габарити та маса приводу.

Таким чином, електромеханічні підйомники є малоефективними для обслуговування сучасних важких тракторів, зокрема сімейства ХТЗ-181 або ХТЗ-170. Розглянемо гідравлічні підйомники платформного типу (рис. 3.1).

Гідравлічні підйомники є найбільш поширеними у сфері обслуговування важкої техніки. Їх робота базується на використанні гідроциліндрів, які забезпечують переміщення платформи за рахунок тиску робочої рідини.



а б

Рис. 3.1. Гідравлічний підіймач платформенного

До основних переваг належать: висока вантажопідйомність (10–20 т і більше); плавність і рівномірність підйому; можливість багатоточкового підйому (2–4 циліндри); відносна компактність силових елементів.

Разом з тим, гідравлічні системи мають певні недоліки: залежність від якості та стану робочої рідини; необхідність регулярного технічного обслуговування; ризик витоків і зниження герметичності.

Аналіз показує, що саме гідравлічна схема є найбільш доцільною для обслуговування тракторів масою до 12–15 т, включаючи моделі Т-150 та їх сучасні аналоги.

Особливе місце займають комбіновані підйомні системи гідромеханічного типу. Комбіновані системи поєднують гідравлічний привід із механічними елементами фіксації (стопори, троси, зубчасті рейки). Такі рішення широко застосовуються у підйомниках типу П-111. Їх характерними особливостями є: підвищена безпека за рахунок механічного блокування; можливість зниження навантаження на гідросистему після підйому; стабільність положення платформи при тривалому утриманні вантажу.

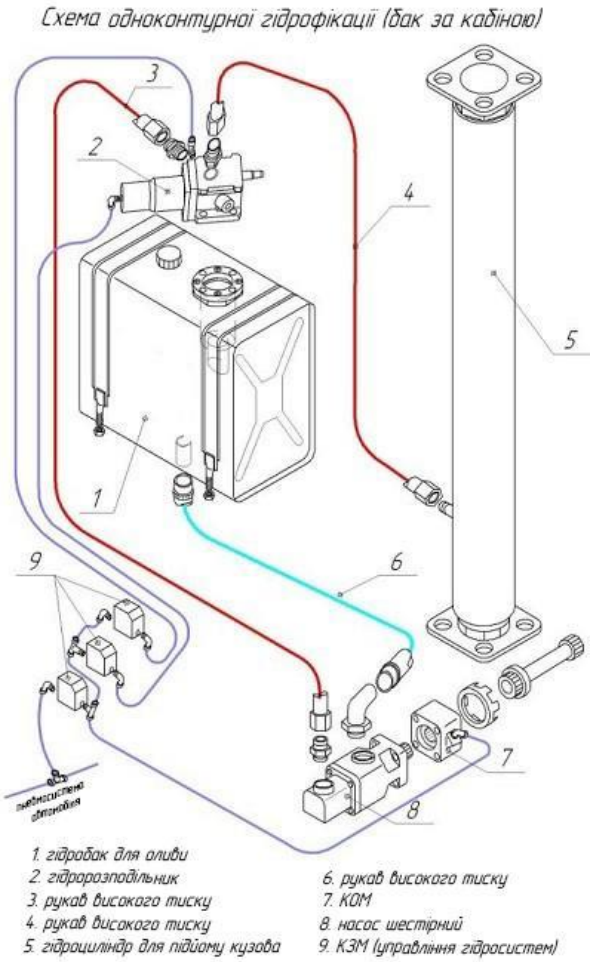


Рис. 3.2. Гідравлічний підіймач гідромеханічного типу

Недоліками є наступне: ускладнення конструкції; необхідність регулювання синхронності механічних і гідравлічних елементів; підвищені вимоги до технічного обслуговування.

Узагальнюючи результати аналізу, можна сформулювати основні критерії ефективності підйомних пристроїв для обслуговування тракторів:

- вантажопідйомність – визначає можливість роботи з сучасними важкими машинами;
- жорсткість конструкції – забезпечує стійкість при нерівномірному навантаженні;
- синхронність підйому – запобігає перекосам платформи;
- універсальність – дозволяє обслуговувати різні типи техніки;

- експлуатаційна надійність – визначається простотою обслуговування та довговічністю вузлів.

Порівняльний аналіз показує, що електромеханічні системи поступаються гідравлічним за більшістю критеріїв при роботі з гусеничними тракторами. Комбіновані системи забезпечують підвищену безпеку, проте є більш складними у реалізації. Найбільш раціональним рішенням є застосування гідравлічних підйомників із багатоточковою схемою підйому та коригуючою системою синхронізації.

Проведений аналіз дозволяє обґрунтувати вибір гідравлічної платформи як базової конструкції для розробки підйомного пристрою. Вона забезпечує необхідний рівень вантажопідйомності, адаптивність до різних типів тракторів та можливість модернізації під сучасні вимоги сервісного обслуговування. Використання чотирициліндрової схеми з механічними елементами фіксації є оптимальним інженерним рішенням, що поєднує надійність, безпеку та технологічну ефективність.

3.3. Порівняльний аналіз існуючих конструкцій підйомних пристроїв та обґрунтування вибору проектних рішень

Аналіз сучасних технічних засобів для підйому тракторів і автомобілів показує, що найбільш поширеними є електромеханічні та гідравлічні підйомники. Електромеханічні конструкції, представлені підйомниками гвинтового типу, характеризуються відносною простотою, однак мають обмежену вантажопідйомність та підвищені вимоги до точності виготовлення і синхронізації приводів. Зокрема, їх використання є недостатньо ефективним для важких гусеничних тракторів через значні навантаження та складність забезпечення рівномірного підйому.

Гідравлічні підйомники, у свою чергу, забезпечують більш сприятливі умови роботи завдяки можливості передачі значних зусиль при відносно

компактних розмірах виконавчих елементів. Використання гідроциліндрів дозволяє реалізувати плавний підйом, рівномірний розподіл навантаження та ефективну систему синхронізації руху робочих органів. Це особливо важливо при обслуговуванні гусеничних машин із підвищеною масою та складною геометрією опорної поверхні.

Порівняльний аналіз існуючих рішень показує, що підйомники, розраховані на трактори типу ДТ-75, не забезпечують необхідних параметрів для сучасних машин, зокрема через недостатню вантажопідйомність і обмежену ширину платформи. У зв’язку з цим обґрунтованим є вибір гідравлічної схеми з можливістю масштабування технічних параметрів. Як базове проектне рішення доцільно прийняти конструкцію з чотирма гідроциліндрами та системою коригування синхронності підйому, що дозволяє підвищити стійкість платформи та зменшити нерівномірність навантаження.

Таким чином, вибір гідравлічного принципу дії є технічно обґрунтованим, оскільки він забезпечує необхідну вантажопідйомність (до 100–120 кН і більше), адаптивність до різних типів тракторів та можливість подальшої модернізації конструкції.

3.4. Конструктивна схема та інженерне обґрунтування параметрів гідропідіймача

Запропонована конструкція гідропідіймача базується на використанні багатоточкової гідравлічної системи підйому з чотирма гідроциліндрами, що розміщені по кутах опорної платформи. Така схема забезпечує рівномірний розподіл навантаження та підвищує стійкість конструкції при роботі з гусеничними тракторами значної маси.

Вантажопідйомність підйомника приймається на рівні 100–120 кН з урахуванням коефіцієнта запасу міцності, що дозволяє забезпечити безпечну експлуатацію при обслуговуванні тракторів типу ХТЗ-181. Хід штоків

гідроциліндрів визначається з урахуванням необхідної висоти підйому, яка повинна перевищувати величину провисання гусениці, і становить орієнтовно 200 мм. Це забезпечує достатній зазор для проведення діагностичних та регулювальних операцій.

Опорна платформа виконується у вигляді жорсткої металевої рами з напрямними під гусениці, ширина якої збільшується до 1,1–1,2 м для відповідності габаритам сучасних тракторів. Конструкція передбачає розміщення гідравлічних та електричних елементів всередині корпусу з метою захисту від механічних пошкоджень та впливу зовнішнього середовища.

Для забезпечення синхронності руху гідроциліндрів застосовується коригуюча система, яка дозволяє вирівнювати швидкість переміщення штоків і запобігати перекосам платформи. Це особливо важливо при нерівномірному розподілі маси трактора. Додатково передбачається посилення несучих елементів конструкції, що дозволяє компенсувати зростання навантажень при роботі з важкими машинами.

Аналіз можливості використання запропонованого гідропідіймача доцільно виконувати з урахуванням його основних технічних параметрів: вантажопідйомності (100–120 кН), ширини опорної платформи (1,1–1,2 м), висоти підйому (близько 200 мм) та наявності багатоточкової системи гідроциліндрів із синхронізацією. Зазначені характеристики дозволяють віднести даний підйомник до універсальних засобів для обслуговування гусеничних тракторів середнього та частково важкого класу.

У межах вітчизняного тракторобудування до переліку машин, які можуть ефективно обслуговуватися з використанням такого гідропідіймача, належать трактори сімейства Т-150, а також їх модернізовані аналоги, зокрема ХТЗ-170, ХТЗ-181 і близькі за масогабаритними показниками моделі. Їх експлуатаційна маса, як правило, знаходиться в межах 8–12 т, що відповідає розрахунковим параметрам підйомного обладнання. Крім того, можливе обслуговування тракторів попередніх поколінь, таких як ДТ-75, для яких даний підйомник

матиме навіть надлишковий запас вантажопідйомності, що позитивно впливає на надійність і довговічність конструкції.

Серед закордонних аналогів доцільно виділити гусеничні трактори середнього класу, які за своїми технічними характеристиками є співставними з машинами виробництва ХТЗ. Зокрема, це моделі компанії Caterpillar (серії Challenger), а також трактори John Deere серій 8000T і 9000T, та машини Case IH (серія Quadtrac у базових модифікаціях). Їх маса зазвичай становить 9–14 т (для ранніх або полегшених моделей), що наближено відповідає граничним можливостям розробленого гідропідіймача

Отже, запропонована конструкція гідропідіймача є технічно обґрунтованою та адаптованою до сучасних умов експлуатації. Вона поєднує у собі достатній рівень вантажопідйомності, конструктивну надійність і універсальність застосування, що забезпечує ефективне використання обладнання у процесах технічного обслуговування та діагностики тракторів різних типорозмірів.

3.5. Правила експлуатації і технічного обслуговування гідропідіймача тракторів

Ефективна та безпечна експлуатація гідропідіймача визначається дотриманням комплексу організаційно-технічних заходів, що включають вимоги до встановлення, підготовки до роботи, регламенту технічного обслуговування та контролю технічного стану основних вузлів і систем. Конструктивно гідропідіймач повинен встановлюватися на рівній горизонтальній поверхні або у спеціально підготовленій заглибленій площадці (приямку), геометричні параметри якої забезпечують стійкість і безпечний доступ до обладнання. Електроживлення здійснюється від трифазної мережі напругою 380 В і частотою 50 Гц із обов’язковим заземленням, що відповідає вимогам електробезпеки.

Перед введенням у роботу проводиться обов’язковий передпусковий контроль технічного стану гідропідіймача. Він включає перевірку герметичності

гідросистеми, надійності з’єднання маслопроводів, справності електричних з’єднань, функціонування коригуючої системи синхронізації та наявності робочої рідини у необхідному об’ємі. Як робочу рідину доцільно застосовувати мінеральні масла типу веретенного або моторного класу М-8-В, які забезпечують стабільні в’язкісно-температурні характеристики та надійну роботу гідросистеми. Вузли тертя підлягають періодичному змащуванню пластичними мастилами, зокрема типу солідол, що знижує знос і підвищує довговічність механізмів.

Пуск гідропідіймача здійснюється після випробування на холостому ході, під час якого контролюється робота гідроциліндрів, відсутність сторонніх шумів і витоків робочої рідини. Перед підйомом трактора необхідно перевірити правильність його встановлення на платформі, відповідність упорів конструктивним особливостям машини та надійність їх контакту з опорними елементами ходової частини. Підйом виконується шляхом переведення розподільника у відповідне положення до моменту спрацювання фіксуючих пристроїв. Опускання здійснюється у зворотній послідовності з обов’язковим дотриманням вимог безпеки, зокрема відсутності сторонніх осіб у зоні роботи.

Особливу увагу слід приділяти регулюванню синхронності роботи гідроциліндрів, оскільки порушення рівномірності підйому може призвести до перекосу платформи та виникнення додаткових навантажень у конструкції. Обслуговування і контроль технічного стану повинні виконуватися кваліфікованим персоналом, зокрема майстром-діагностом, із дотриманням вимог охорони праці та виробничої безпеки.

Таким чином, дотримання встановлених правил експлуатації та регламентів технічного обслуговування забезпечує надійну, безпечну та довготривалу роботу гідропідіймача, а також підвищує ефективність використання обладнання у процесах технічного сервісу тракторної техніки.

Ефективна та безпечна експлуатація гідропідіймача визначається дотриманням комплексу організаційно-технічних заходів, що включають вимоги

до встановлення, підготовки до роботи, регламенту технічного обслуговування та контролю технічного стану основних вузлів і систем. Конструктивно гідропідіймач встановлюється на рівній горизонтальній поверхні або у спеціально підготовленому приямку з відповідними геометричними параметрами, що забезпечують його стійкість. Електроживлення здійснюється від мережі напругою 380 В і частотою 50 Гц з обов'язковим заземленням.

Перед початком роботи виконується передпусковий контроль, який включає перевірку герметичності гідросистеми, стану маслопроводів, рівня робочої рідини, справності електрообладнання та функціонування коригуючої системи. Як робочу рідину використовують мінеральні масла (веретенне або моторне типу М-8-В), що забезпечують стабільність роботи гідроприводу. Вузли тертя підлягають змащуванню пластичними мастилами типу солідолу.

Регламент технічного обслуговування гідравлічних складових передбачає багаторівневу систему періодичності. Щоденне обслуговування включає контроль рівня робочої рідини в гідросистемі, візуальний огляд гідроциліндрів, перевірку відсутності витоків та стану ущільнень. Через кожні 100–150 мотогодин роботи необхідно проводити перевірку чистоти робочої рідини, стану фільтруючих елементів, а також огляд внутрішніх поверхонь штоків гідроциліндрів на наявність пошкоджень або корозії.

Періодичне технічне обслуговування (через 500–600 мотогодин) передбачає очищення або заміну фільтрів гідросистеми, перевірку та, за необхідності, регулювання роботи гідророзподільників, контроль параметрів тиску в системі та перевірку синхронності роботи гідроциліндрів. Особлива увага приділяється стану ущільнювальних елементів, які підлягають заміні при виявленні ознак зносу або втрати герметичності.

Сезонне технічне обслуговування включає повну або часткову заміну робочої гідравлічної рідини з урахуванням температурних умов експлуатації. Як правило, заміну масла доцільно виконувати не рідше одного разу на 12 місяців або після 1000–1200 мотогодин роботи. Одночасно проводиться промивання

гідросистеми, очищення баків та трубопроводів від забруднень і продуктів зносу. Масло в редукторних вузлах підлягає заміні сезонно (2 рази на рік), що забезпечує стабільність роботи механічних передач.

Регулювання гідравлічної системи включає налаштування запобіжних клапанів на номінальний тиск, перевірку роботи розподільників та забезпечення синхронності переміщення штоків гідроциліндрів. Контроль натягу тросових елементів і функціонування стопорних пристроїв здійснюється періодично в процесі експлуатації, що забезпечує надійну фіксацію платформи у піднятому положенні.

Таким чином, систематичне виконання регламентних робіт з технічного обслуговування гідравлічних складових, своєчасна заміна робочих рідин та контроль параметрів гідросистеми забезпечують підвищення ресурсу гідропідіймача, його надійність та безпечність при експлуатації в умовах сервісного підприємства.

3.6. Розрахунок конструкції гідропідіймача на працездатність.

Аналіз конструктивних особливостей існуючих гідропідіймачів та передумови виконання розрахунку працездатності

Проведений аналіз існуючих конструкцій підйомних пристроїв показав, що більшість моделей, які використовуються на ремонтно-обслуговуючих підприємствах агропромислового комплексу, були розроблені для обслуговування тракторів попередніх поколінь, маса яких не перевищувала 6–8 т. При цьому сучасні трактори сімейства ХТЗ, а також інші енергонасичені машини мають значно більшу експлуатаційну масу, складнішу конструкцію ходової частини та вищі вимоги до безпеки виконання ремонтно-монтажних робіт.

Встановлено, що електромеханічні підйомники гвинтового типу, незважаючи на простоту конструкції та високу точність позиціонування, не

забезпечують необхідної вантажопідйомності для роботи з тракторами типу ХТЗ-181. Крім того, при збільшенні навантаження суттєво зростають зусилля у різьбових передачах, прискорюється їх зношування та погіршується синхронність роботи підйомних механізмів. Це призводить до перекосів платформи та зниження безпеки обслуговування важкої техніки.

Більш ефективними є гідравлічні підйомники платформного типу, які характеризуються високою вантажопідйомністю, плавністю роботи та можливістю рівномірного розподілу навантаження між декількома виконавчими механізмами. Застосування гідроциліндрів дозволяє отримати значні підйомні зусилля при порівняно невеликих габаритах силових елементів, що є особливо важливим для ремонтних майстерень із обмеженим виробничим простором.

Особливу увагу під час аналізу було приділено умовам роботи ремонтно-монтажної дільниці СТОВ імені Леся Сердюка. Проведене обстеження показало відсутність ефективних підйомних засобів для виконання робіт із тракторами Т-150К та ХТЗ. Наявна кран-балка перебуває у несправному стані та не використовується у виробничому процесі. У результаті цього підйом важких вузлів та агрегатів виконується за допомогою домкратів і саморобних опорних конструкцій, що не відповідає сучасним вимогам охорони праці та створює небезпеку для ремонтного персоналу.

Аналіз технологічного процесу ремонту тракторів показав, що найбільші труднощі виникають під час виконання операцій розстикування напіврам, ремонту трансмісії, заміни муфти зчеплення та проведення діагностичних робіт на ходовій частині. Через відсутність спеціалізованого підйомного обладнання тривалість окремих ремонтних операцій збільшується у декілька разів, що негативно впливає на коефіцієнт технічної готовності машинно-тракторного парку господарства.

Порівняння існуючих конструкцій також показало, що найбільш раціональним технічним рішенням для умов даного підприємства є застосування платформного гідропідіймача з чотирма гідроциліндрами. Така схема забезпечує

рівномірний розподіл навантаження між опорними вузлами, підвищує стійкість конструкції та зменшує напруження в елементах рами. Крім того, використання багатоточкової схеми підйому дозволяє ефективно компенсувати нерівномірний розподіл маси трактора по довжині та ширині платформи.

Важливим критерієм оцінювання працездатності конструкції є забезпечення достатнього запасу міцності несучих елементів. У процесі експлуатації на платформу діють не лише статичні навантаження від маси трактора, а й динамічні впливи, які виникають під час запуску двигуна, діагностування трансмісії, обертання ходових елементів та проведення регулювальних операцій. Тому під час розрахунку необхідно враховувати коефіцієнт динамічності та забезпечувати запас міцності не менше нормативного значення.

Крім міцності, конструкція повинна відповідати вимогам жорсткості. Надмірні деформації платформи можуть призвести до порушення співвісності вузлів підйомного механізму, виникнення додаткових напружень у гідроциліндрах та нерівномірного розподілу навантаження між опорами. Саме тому при проектуванні особлива увага приділяється вибору профілю поздовжніх балок, товщини листових елементів та конструкції опорної рами.

Таким чином, результати проведеного аналізу підтверджують доцільність застосування чотирициліндрового платформного гідропідіймача для ремонтно-монтажної дільниці СТОВ імені Леся Сердюка. Виявлені недоліки існуючого обладнання та специфіка обслуговування тракторів сімейства ХТЗ стали основою для вибору конструктивної схеми й вихідних параметрів, які використовуються у подальших розрахунках працездатності, міцності та надійності розробленої конструкції.

3.6.1. Розрахунок платформи

Для обчислення конструкції платформи в якості поздовжніх балок приймаються швелера. Виходячи зі схеми гідропідіймача кожна балка підтримується в чотирьох точках (на двох гідро циліндрах та двох опорах коригуючої системи).

Центр маси трактора та центр їх симетрії майже не розташовані в одному перерізі і розподілення маси трактора на балках важко визначити, тому приймається, що усі маси трактора розташовані посередині поздовжніх балок платформи.

Так як реакція середніх опор $R_и$, $R_с$ регулюється коригуючою системою та приймається, що коригуючи система відрегульована так, що маса розподільника рівномірно поділяється на всі чотири сторони і

$$R_A = R_B = R_C = R_Д = 10 \text{ Кн}$$

Необхідний момент опру балки розраховується за формулою [8]:

$$W = \frac{M_{\max}}{[\sigma_n]} , \qquad (3.1)$$

де $[\sigma_n]$- допустиме напруження згину, Н/м^2.

Так як трактор буде перевірятись з працюючим двигуном і ввімкненій трансмісії, то балка буде отримувати зміну навантаження. Тоді напруження на згині визначається за формулою [8, 10]:

$$[\sigma_n] \le \frac{0{,}6 \cdot \sigma_в}{n_1 \cdot n_2 \cdot n_3} , \qquad (3.2)$$

де $\sigma_в$ – границя потужності, для сталі з $\sigma_в = 400 \times 10^6$ Н/м^2

n_1 – ступінь точності визначення навантажень і напружень, n_1 – 1,4;

n_2 – коефіцієнт, що враховує відхилення механічних характеристик матеріалу і неоднорідність їх властивостей, $n_2 = 1,2$;

n_3 – коефіцієнт, що враховує ступінь відповідальності деталі, $n_3 = 1,5$.

$$[\sigma_н] = \frac{0,6 \cdot 400 \cdot 10^6}{1,4 \cdot 1,2 \cdot 1,5} = 95,2 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$$

$$W = \frac{37500}{95,2 \cdot 10^6} = 394 \cdot 10^6 \text{ м}^3$$

Даній умові відповідає швелер № 40, у якого W=484 см^3. Маса одного поточного метра швелера рівна 38,5 кг, тоді маса платформи з опорами рівна 480 кг.

3.6.2. Підбір гідроциліндрів, розподільника і насосу

Загальна маса, яку може підняти гідроциліндр рівна сумі ваги трактора і платформи:

$$Q = Q_1 + Q_2, \qquad (3.3)$$

де Q_1 – вага трактора Т-150, $Q_1 = 8000$ кг;

Q_2 - вага платформи, $Q_2 = 480$ кг.

Q = 8000+480=8480 кг

Для безпечної роботи гідропідіймача приймається робочий тиск

P = $2 \cdot 10^6$ Па. Завдяки коректуючій системі вага трактора розподіляється рівномірно на всі чотири гідроциліндри. Звідси зусилля на кожному циліндрі буде рівне:

$$P_1 = \frac{8480}{4} = 21,2 \text{ кН}$$

Необхідний діаметр циліндра визначається за формулою [8]:

$$D_ц = \sqrt{\frac{4 P_1}{n \cdot S}} \ , \qquad (3.4)$$

$$D_ц = \sqrt{\frac{4 \cdot 2{,}12 \cdot 10^3}{3{,}14 \cdot 2 \cdot 10^6}} = 0{,}117 \ \text{м}$$

Даній умові відповідає гідроциліндр Ц-125Б-200-160-001 з діаметром $D_ц$ = 125 мм, ходом штока 200 мм і робочим об'ємом циліндра 2,5 літра.

Швидкість підйому аналогічних підйомників складає υ=0,015 м/с.

U_{ac} роботи насосу до підйому трактора на висоту h=0,2 м визначається за формулою [9]:

$$T = \frac{h}{\upsilon} \qquad (3.5)$$

$$T = \frac{0{,}2}{0{,}015} = 13{,}3 \ \text{с}$$

За вказаний час насос повинен перекачувати масло в чотири циліндри, тобто V=10 л.

Подача насосу визначається за формулою [11]:

$$A = \frac{V \cdot 60}{T} \qquad (3.6)$$

$$A = \frac{10 \cdot 60}{13{,}3} = 45 \ \text{л/хв..}$$

Даній умові задовольняє гідронасос НШ-32У, у якого при частому обертанні (1500 об/хв) і номінальному тиску $10 \cdot 10^6$ Па подача рівна 47,3 л/хв..

Для розподілення потоку робочої рідини використовується розподільник Р-80, розрахований на величину потоку А=30...100 л/хв.

3.6.3. Розрахунок і підбір електродвигуна

Потужність електродвигуна, необхідного для приводу насосу НШ-32У, визначається за формулою [11]:

$$N = \frac{A \cdot \rho}{612 \cdot \eta}\ , \qquad (3.7)$$

де А – подача насосу, л/хв;

ρ - тиск, що розвиває насос, МПа;

η - об'ємний ККД насосу.

Запобіжний клапан розподільника відрегульований на тиск Р = 2,5 МПа

$$N = \frac{47{,}3 \cdot 25}{612 \cdot 0{,}92} = 2{,}1 \text{ кВт}$$

Відповідно до технічної характеристики гідронасоса НШ-32Уі способу монтажу приймається електродвигун АО-2-31-4 з частотою обертання вала υ = 1400 об/хв, напругою U=380В і потужністю W=2,2 кВт.

3.6.4. Розрахунок деталей гідропідіймача на міцність

Розрахунок осі.

На вісь діє дві сили в одній площині. Це зусилля, що розвивають гідроциліндри [11]:

$$P_в = \frac{\pi Д_ц^2}{4} \cdot \rho_в\ , \qquad (3.8)$$

де $\rho_в$ - максимальний тиск насосу, $\rho_в = 2{,}5 \cdot 10^6$ Па

$$P_в = \frac{3{,}14 \cdot 0{,}125^2}{4} \cdot 2{,}5 \cdot 10^6 = 30{,}6 \text{ кН}$$

Протидіє цьому зусилля, що передається через зірочку платформи. Приймається, що на вісь зірочки діє сила P = 61,2 кН на відстані L = 20 мм (враховується, що на осі буде обертатись зірочка зі втулкою довжиною до 40 мм)

Максимальний згинаючий момент визначається за формулою:

$$M_{мах} = P \cdot L \qquad (3.9)$$

$$M_{мах} = 61{,}2 \cdot 0{,}02 = 1{,}22 \text{ кН·м}$$

Матеріал для виготовлення осі – сталь 45, у якій $\sigma_в$ =610·10^6 Н/м^2

Допустиме напруження згину визначається за формулою 4.2:

$$[\sigma_в]_2 \le \frac{0{,}6 \cdot 610 \cdot 10^6}{1{,}4 \cdot 1{,}2 \cdot 1{,}3} = 145 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$$

Згідно з формулою 4.1. необхідний момент опору осі рівний:

$$W = \frac{1{,}22 \cdot 10^3}{145 \cdot 10^6} = 8{,}4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

Необхідний діаметр осі визначається за формулою [9]:

$$Д_о = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot W}{\pi}} \qquad (4.10)$$

$$Д_о = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 8{,}4 \cdot 10^{-6}}{3{,}14}} = 0{,}043 \text{ м}$$

Розрахунок зірочки

Діаметр сталевої ступиці зірочки визначається за формулою:

$$Д_с = 1{,}6...2Д_о \qquad (4.11)$$

$$Д_c = 1,75 \cdot 4,3 = 75 \text{ мм}$$

Зірочка виготовлена для ланцюга з навантаженням більшим за зусилля гідроциліндра.

Це ланцюг ПР-1905-3180 ГОСТ 13568-75. Шаг ланцюга t = 19,05 мм.

Діаметр окружності западин повинен бути більше за діаметр ступиці:

$$d_s = \frac{t}{\sin\frac{180}{z}} - 2r > Д_c \qquad (3.12)$$

де **z** – число зубів зірочки;

r – радіус ролика цепу, **r** = 6 мм.

Згідно ДСТУ 591-69 приймаємо **z** = 16.

Діаметр ділильного кола зірочки визначається за формулою [11]:

$$d_д = \frac{t}{\sin\frac{180}{t}} \qquad (3.14)$$

$$d_д = \frac{19,05}{\sin\frac{180}{16}} = 97,7 \text{ мм}$$

Приймаємо зірочку по ГОСТ 591-69 з кількістю зубів **z** = 16 і ділильним колом з діаметром $d_д$ = 97,7 мм

3.6.5. Технічна характеристика гідропідіймача

Тип стенду	пересувний
Привід	електрогідравлічний

Потужність приводу, кВт – 2,2

Вантажопідйомність, т – 8

Найбільша висота підйому, мм – 200

Габаритні розміри, мм

Довжина – 5300

Ширина – 3000

Висота – 1100

Маса, кг – 4300

3.7. Правила експлуатації і технічного обслуговування гідропідіймача

Надійність, довговічність та безпечність роботи гідропідіймача значною мірою залежать від правильності його експлуатації та своєчасного проведення технічного обслуговування. Дотримання встановлених вимог дозволяє підтримувати обладнання у працездатному стані, запобігати аварійним ситуаціям, знижувати інтенсивність зношування деталей та забезпечувати безпечні умови праці ремонтного персоналу.

Гідропідіймач призначений для підйому тракторів під час виконання діагностичних, регулювальних і ремонтно-монтажних робіт. Конструктивно обладнання встановлюється на відкритій рівній площадці з твердим покриттям або в спеціально підготовленому приямку глибиною 0,5 м, шириною 3 м та довжиною 5,4 м. Основа під обладнання повинна забезпечувати стійкість конструкції та сприймати навантаження від маси підйомника і трактора без просідання та деформацій.

Електроживлення гідропідіймача здійснюється від трифазної мережі змінного струму напругою 380 В та частотою 50 Гц. Для забезпечення електробезпеки корпус електродвигуна, насосного агрегату та металоконструкція підйомника повинні бути надійно заземлені відповідно до

вимог чинних нормативних документів. Опір контуру заземлення не повинен перевищувати допустимих значень, установлених правилами улаштування електроустановок.

У гідравлічну систему заливається робоча рідина, яка забезпечує передачу енергії від насосного агрегату до гідроциліндрів. Як робочу рідину рекомендується використовувати веретенне масло або моторне масло марки М-8-В згідно з ТУ 38-101278-72. Використання зазначених мастильних матеріалів забезпечує стабільність в'язкісних характеристик, знижує інтенсивність спрацювання гідравлічних елементів та сприяє надійній роботі системи в широкому діапазоні температур.

Перед початком роботи оператор або майстер-діагност повинен провести комплексний огляд обладнання. Під час передпускового контролю перевіряють справність коригуючої системи синхронізації, надійність кріплення маслопроводів, стан електричних з'єднань, наявність робочої рідини у гідросистемі, справність насосного агрегату та роботу механізмів фіксації платформи. Особливу увагу приділяють перевірці герметичності гідросистеми, оскільки навіть незначні витоки робочої рідини можуть призвести до зниження тиску та погіршення роботи гідроциліндрів.

Для перевірки працездатності обладнання перед навантаженням виконується пробний запуск на холостому ходу. При цьому контролюється робота електродвигуна, насоса, гідроциліндрів та розподільника, а також відсутність сторонніх шумів, вібрацій і підтікання масла. Лише після позитивних результатів перевірки допускається встановлення трактора на платформу.

Перед підйомом трактора необхідно впевнитися у правильності його розташування на платформі, перевірити відповідність упорів конструктивним особливостям машини та переконатися у надійності контакту опорних елементів підйомника з точками опори трактора. Розміщення трактора повинно забезпечувати рівномірний розподіл навантаження між усіма чотирма гідроциліндрами.

Підйом машини здійснюється шляхом переведення важеля керування гідросистемою в положення «Підйом». Робоча рідина під тиском надходить до порожнин гідроциліндрів і забезпечує переміщення платформи вгору. Підйом виконується плавно без ривків до моменту спрацювання механічних стопорних пристроїв. Характерне клацання стопорів свідчить про фіксацію платформи в робочому положенні та можливість безпечного виконання ремонтних операцій.

Технічне обслуговування гідропідіймача включає щоденне, періодичне та сезонне обслуговування. Щоденне обслуговування передбачає очищення обладнання від забруднень, контроль рівня масла, перевірку герметичності гідросистеми та стану різьбових з'єднань. Періодичне технічне обслуговування включає очищення або заміну фільтрів, перевірку роботи насосного агрегату, контроль стану гідроциліндрів, перевірку манометрів і регулювання коригуючої системи синхронізації.

Сезонне технічне обслуговування виконується двічі на рік та передбачає повну заміну робочої рідини в гідросистемі, очищення бака, промивання трубопроводів і перевірку стану ущільнювальних елементів.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Загальний аналіз стану охорони праці в СТОВ імені Леся Сердюка

Охорона праці є важливою складовою діяльності сільськогосподарських підприємств, оскільки забезпечує безпечні умови праці, збереження здоров’я працівників та попередження виробничого травматизму. Ефективна система управління охороною праці сприяє зниженню професійних ризиків, підвищенню продуктивності праці та стабільній роботі підприємства.

У СТОВ імені Леся Сердюка організація роботи з охорони праці здійснюється відповідно до вимог чинного законодавства України та внутрішніх нормативних документів. Основними завданнями системи є створення безпечних умов праці, профілактика нещасних випадків і забезпечення виробничої

дисципліни. Контроль за виконанням вимог безпеки покладається на керівництво підприємства та відповідальних посадових осіб.

На підприємстві регулярно проводяться інструктажі та навчання працівників, здійснюється контроль технічного стану обладнання, машин і механізмів. Значна увага приділяється організації робочих місць, дотриманню санітарно-гігієнічних вимог та забезпеченню пожежної безпеки. Ремонтна майстерня обладнана необхідними системами освітлення та вентиляції, що дозволяє підтримувати нормативні умови праці.

Особлива увага приділяється безпечній експлуатації тракторів та іншої сільськогосподарської техніки. Перед початком роботи працівники проходять відповідні інструктажі, а технічний стан обладнання підлягає систематичному контролю. Важливим елементом системи безпеки є також дотримання правил експлуатації електрообладнання та зберігання паливно-мастильних матеріалів.

Проведений аналіз свідчить, що на підприємстві створено належні умови для безпечної праці персоналу. Разом із тим доцільним є оновлення окремих засобів індивідуального захисту, модернізація обладнання та посилення профілактичного контролю за технічним станом машин і механізмів. Реалізація зазначених заходів сприятиме подальшому підвищенню рівня виробничої безпеки та ефективності діяльності підприємства.

4.2 Аналіз виробничих небезпек, їх джерел та причин виникнення

Виробнича діяльність ремонтної майстерні СТОВ імені Леся Сердюка пов’язана з виконанням робіт із технічного обслуговування та ремонту тракторів, автомобілів і сільськогосподарської техніки. Використання верстатів, електроінструменту, зварювального обладнання та вантажопідіймальних механізмів підвищує ефективність виробничих процесів, проте створює потенційні небезпеки для працівників.

Безпека виконання ремонтно-монтажних робіт залежить від технічного стану обладнання, рівня підготовки персоналу та дотримання вимог охорони праці. Виробничий травматизм зазвичай виникає внаслідок поєднання небезпечних умов праці та помилкових дій працівників, що призводить до виникнення аварійних ситуацій і травм.

Основними джерелами виробничих небезпек у ремонтній майстерні є металорізальні верстати, електрообладнання, компресорні установки, зварювальні апарати, вантажопідіймальні механізми та техніка, яка перебуває в ремонті. Найбільшу небезпеку становлять рухомі та обертові частини машин, що можуть спричиняти механічні травми, защемлення або пошкодження кінцівок працівників.

Під час розбирально-складальних робіт існує ризик падіння важких деталей і вузлів. Причинами таких випадків можуть бути несправність вантажопідіймального обладнання, порушення правил стропування вантажів або використання зношених пристроїв. Особливої уваги потребує експлуатація гідропідіймача тракторів, оскільки несправність гідросистеми, перевищення допустимого навантаження чи відсутність механічної фіксації можуть призвести до аварійних ситуацій.

Суттєвим фактором небезпеки є електричний струм. Основними причинами електротравматизму є пошкодження ізоляції, несправність обладнання, відсутність заземлення та порушення правил електробезпеки. Підвищений ризик також виникає під час виконання зварювальних робіт, які супроводжуються впливом ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання, шкідливих газів і аерозолів металів.

Додаткову небезпеку створюють паливно-мастильні матеріали та інші легкозаймисті речовини, неправильне зберігання яких може спричинити пожежі, вибухи або отруєння шкідливими випарами. Серед організаційних причин травматизму найбільш поширеними є порушення технологічної дисципліни,

недостатній контроль за дотриманням вимог безпеки, використання несправного обладнання та несвоєчасне проведення інструктажів.

Для зниження рівня виробничих ризиків необхідно забезпечувати постійний контроль технічного стану обладнання, своєчасно усувати несправності, проводити навчання персоналу та використовувати засоби індивідуального захисту. Реалізація цих заходів дозволить мінімізувати ймовірність виникнення небезпечних ситуацій та підвищити рівень безпеки праці.

Отже, основними джерелами виробничих небезпек у ремонтній майстерні є технологічне обладнання, електроустановки, вантажопідіймальні механізми, зварювальне обладнання та сільськогосподарська техніка. Своєчасне виявлення й усунення небезпечних факторів є необхідною умовою забезпечення безпечної та ефективної роботи підприємства.

Результати аналізу представлено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Аналіз процесів формування та виникнення небезпеки при виконанні роботи в РМ

1	2	3	4	5	6
Розбирольно-складальні роботи	При розбиранні машин не вистачає міцних підставок (НУ1) Використання технічно несправного домкрату (НУ2)	Робітник замість підставки використав підручні засоби (НД1) Працюючий знаходиться під трактором (НД2)	Перекидання трактора з підставки (НС1) Падіння його на працюючого (НС2)	Травма	Виготовити і перевірити на міцність спеціальні підставки. Усунення недоліку інструменту
Модель процесу:			**НУ2 НД2**  **НУ1 НД1 НС1 НС2 Т** 		

4.3 Аналіз шкідливих виробничих факторів

Виробнича діяльність ремонтної майстерні СТОВ імені Леся Сердюка пов’язана з технічним обслуговуванням і ремонтом сільськогосподарської техніки, що супроводжується впливом на працівників шкідливих виробничих факторів фізичного, хімічного та психофізіологічного характеру.

Основними шкідливими факторами є виробничий шум і вібрація, джерелами яких виступають металорізальні верстати, компресори, електроінструмент та інше технологічне обладнання. Тривалий вплив цих факторів може призводити до підвищеної втоми, зниження працездатності та погіршення стану здоров’я працівників.

Під час виконання зварювальних робіт працівники піддаються впливу інфрачервоного та ультрафіолетового випромінювання, що може викликати опіки шкіри, ушкодження органів зору та перегрівання організму. Для захисту використовуються спеціальний одяг, захисні маски та щитки зі світлофільтрами.

До хімічних шкідливих факторів належать випари паливно-мастильних матеріалів, розчинників та продуктів згоряння палива. Їх вплив негативно позначається на органах дихання, шкірі та нервовій системі працівників. Зниження концентрації шкідливих речовин забезпечується ефективною вентиляцією та дотриманням санітарно-гігієнічних вимог.

Важливе значення для безпечної роботи має належне освітлення виробничих приміщень. Недостатня освітленість робочих місць сприяє швидкій втомі працівників, знижує точність виконання операцій та підвищує ризик травматизму.

Окрему групу становлять психофізіологічні навантаження, пов’язані з фізичною працею, роботою у вимушених позах та необхідністю постійної концентрації уваги. Для зменшення впливу шкідливих факторів на підприємстві здійснюється технічне обслуговування обладнання, забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, контроль роботи вентиляції та освітлення, а також проведення інструктажів з ОП.

Таким чином, основними шкідливими виробничими факторами в ремонтній майстерні є шум, вібрація, випромінювання, хімічні речовини та психофізіологічні навантаження. Реалізація профілактичних заходів і дотримання вимог охорони праці сприяють створенню безпечних умов праці та збереженню здоров'я працівників.

4.4 Забезпечення безпечної експлуатації гідропідіймача тракторів

Гідропідіймач тракторів є важливим обладнанням ремонтної майстерні, яке використовується під час технічного обслуговування та ремонту сільськогосподарської техніки. Його застосування полегшує виконання ремонтних робіт, підвищує продуктивність праці та забезпечує зручний доступ до вузлів і агрегатів машин. Водночас експлуатація гідропідіймача пов'язана з підвищеною небезпекою для працівників.

Основними небезпечними факторами є можливість падіння піднятої машини, несправність гідравлічної системи, витік робочої рідини, руйнування окремих елементів конструкції та перевищення допустимого навантаження. Особливо небезпечним є виконання робіт під піднятим трактором без використання механічних фіксаторів і страхувальних упорів.

Для забезпечення безпечної експлуатації необхідно регулярно контролювати технічний стан гідроциліндрів, трубопроводів, насосного обладнання та запобіжних пристроїв. Перед початком роботи перевіряють герметичність гідросистеми, справність механізмів керування та відсутність пошкоджень конструкції.

Під час піднімання трактора необхідно дотримуватися встановленої вантажопідйомності обладнання та забезпечувати правильне розміщення машини на підіймачі. Після підйому трактор обов'язково фіксується механічними упорами, які унеможливлюють його самовільне опускання.

До роботи з гідропідіймачем допускаються лише працівники, які пройшли відповідне навчання та інструктаж з охорони праці. Важливе значення має

проведення своєчасних технічних оглядів, усунення виявлених несправностей і використання засобів індивідуального захисту.

Отже, дотримання вимог безпеки, належний технічний стан обладнання та кваліфікована підготовка персоналу є основними умовами безпечної експлуатації гідропідіймача та попередження виробничого травматизму.

4.5 Заходи для покращення умов праці та усунення шкідливих виробничих факторів

Одним із пріоритетних напрямів діяльності СТОВ імені Леся Сердюка є забезпечення безпечних і здорових умов праці відповідно до вимог чинного законодавства України. Для цього на підприємстві реалізується комплекс організаційних, технічних та санітарно-гігієнічних заходів, спрямованих на зниження рівня виробничого травматизму, попередження професійних захворювань та підвищення ефективності виробничих процесів.

Важливим напрямом удосконалення умов праці є підтримання виробничих приміщень і території підприємства у належному технічному та санітарному стані. Особливу увагу необхідно приділяти своєчасному ремонту підлог, впорядкуванню робочих місць, місць зберігання техніки, запасних частин і паливно-мастильних матеріалів. Це сприяє зменшенню ризику травмування працівників та покращенню організації виробничого процесу.

Для підвищення рівня безпеки необхідно забезпечувати регулярне технічне обслуговування виробничого обладнання, верстатів, компресорів і вантажопідіймальних механізмів. Усі машини повинні бути обладнані захисними огородженнями, блокувальними пристроями та аварійними вимикачами, що дозволяє знизити ризик травматизму під час виконання ремонтних робіт.

З метою зменшення впливу шуму та вібрації доцільно підтримувати обладнання у справному стані, застосовувати вібропоглинальні елементи та забезпечувати працівників засобами захисту органів слуху. Важливим заходом також є підтримання нормативних параметрів мікроклімату шляхом ефективної

роботи вентиляційних систем та контролю температурно-вологісного режиму виробничих приміщень.

Особлива увага повинна приділятися безпечному виконанню зварювальних робіт. Для захисту працівників від ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання необхідно використовувати захисні маски, щитки, спецодяг і рукавиці. Робочі місця зварників мають бути обладнані засобами вентиляції та захисними екранами.

Важливим елементом системи охорони праці є забезпечення персоналу засобами індивідуального захисту. Працівники ремонтної майстерні повинні бути забезпечені спецодягом, захисним взуттям, рукавицями, окулярами та респіраторами відповідно до характеру виконуваних робіт.

Для безпечної експлуатації гідропідіймача тракторів необхідно регулярно контролювати технічний стан гідросистеми, перевіряти справність запобіжних пристроїв та надійність механічних фіксаторів. Виконання ремонтних робіт під піднятою машиною допускається лише після встановлення спеціальних упорів, що виключають можливість самовільного опускання конструкції.

З метою профілактики виробничого травматизму працівники повинні регулярно проходити навчання та інструктажі з охорони праці. Підвищення рівня знань персоналу сприяє формуванню безпечних навичок роботи та підвищує відповідальність за дотримання вимог безпеки.

Отже, реалізація комплексу організаційних, технічних і профілактичних заходів дозволить покращити умови праці, зменшити вплив шкідливих виробничих факторів, підвищити рівень безпеки працівників та забезпечити ефективну роботу ремонтної майстерні СТОВ імені Леся Сердюка.

5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Показниками економічної оцінки виробничої діяльності ремонтної майстерні СТОВ імені Леся Сердюка виступають: вартість основних фондів; величина додаткових капіталовкладень; річна виробнича програма; собівартість одного умовного ремонту; річний економічний ефект; термін окупності додаткових капіталовкладень; зростання продуктивності праці; економія від зниження собівартості ремонту. У наступних розрахунках наведено обґрунтування зазначених показників для ремонтної майстерні СТОВ імені Леся Сердюка [12, 17].

5.1 Визначення вартості основних виробничих фондів

Вартість основних фондів ремонтної майстерні СТОВ імені Леся Сердюка розраховуємо за наступною формулою [1, 12]:

$$C_0 = C_{буд.} + C_{обл.} + C_{прі.}, \quad (5.1)$$

де $C_{буд.}$ – вартість приміщення майстерні, грн.;

$C_{обл.}$ – вартість встановленого обладнання, грн.;

$C_{прі.}$– вартість приладів, інструменту, пристроїв (штучна вартість яких перевищує 100 грн.) без обмеження строку служби.

Вартість виробничої будівлі ремонтної майстерні визначаємо за формулою:

$$C_{буд.} = C^1_{буд} \cdot S, \quad (5.2)$$

де $C^1_{буд.}$ – середня вартість будівельно-монтажних робіт, віднесена до 1м^2 виробничої площі ремонтного підприємства, грн./м^2;

S – виробнича площа майстерні, м^2.

$C^1_{буд.} = 2500$ грн./м^2 ; S = 648 м^2

Тоді, $C_{буд.} = 2500 \cdot 648 = 1620000$ грн.

Вартість встановленого обладнання для ремонтної майстерні становить 40% вартості виробничої будівлі:

$$С_{обл.} = 0,4 \cdot 1620000 = 648000 \text{ грн.}$$

Вартість приладів, інструменту, пристосувань складає 7,5% від вартості обладнання:

$$С_{прі.} = 0,075 \cdot 648000 = 48800 \text{ грн.}$$

Тоді вартість основних фондів буде рівна:

$$С_о = 1620000 + 648000 + 48800 = 2316600 \text{ грн.}$$

Основні фонди до технічного переоснащення ремонтної майстерні СТОВ імені Леся Сердюка складали 1903521 грн. (в цінах 2024 року). Тоді додаткові капіталовкладення будуть становити:

$$\Delta К = С_о - С^1_о, \quad (5.3)$$

де $С^1_о$ - основні фонди до реконструкції, грн.

$$\Delta К = 2316600 – 1903521 = 412479 \text{ грн.}$$

Встановлено, що додаткові капіталовкладення технічного переоснащення ремонтної майстерні СТОВ імені Леся Сердюка нараховують 412479 грн.

5.2. Розрахунок собівартості умовного ремонту

Встановлено, що в собівартість одного умовного ремонту господарства входять затрати на оплату праці, запасні частини, ремонтні матеріали [12, 17].

5.2.1 Розрахунок фонду заробітної плати

При виконанні ТО і ремонту роботи виконуються по різних розрядах: ТО по 4 розряду, ПР машин 15% по гарячій сітці, з них 10% по 4 розряду і 5% по 5 розряду. Визначимо середній розряд:

$$P_{ср} = \frac{4 \cdot 10 + 5 \cdot 5}{15} = 4,3$$

Затрати праці для усередненого розряду рівня:

$$O_{ТУС} = 25{,}5 \text{ грн./год.}$$

Затрати праці на виконання капітального ремонту:

$$З_{кр} = T_{кр} \cdot O_{ТУС}\,, \tag{5.4}$$

де $Т_{кр}$ – затрати праці на КР, люд-год.

Результати розрахунків оплати зведено в таблицю 5.1

Додаткова оплата і нарахування складають 120% від основної оплати.

$$З_{кр} = 9829{,}39 \cdot 26{,}5 = 260478{,}8 \text{ грн.}$$

$$З_{д.кр} = З_{кр} \cdot 1{,}2 = 260478{,}8 \cdot 1{,}2 = 312574{,}6 \text{ грн.} \tag{5.5}$$

$$З_{сум} = З_{кр} + З_{д.кр} = 260478{,}8 + 312574{,}6 = 573053{,}4 \text{ грн.} \tag{5.6}$$

Таблиця 5.1

Розрахунок фонду оплати праці

Форма оплати	Ремонт і ТО техніки
Годинні ставки, грн./год.	26,5
Затрати праці, люд.-год.	9829,39
Основна оплата, грн.	260478,8
Додаткова оплата, грн.	312574,6
Всього, грн.	573653,4

Тобто, сумарна заробітна плата для виробничих працівників ремонтної майстерні становить 573653,4 грн.

5.2.2 Визначення необхідності в ремонтних матеріалах і запасних частинах

Згідно рекомендацій нормативно-технічної літератури, потребу в основних матеріалах і запасних частинах визначаємо в грошовому виразі. При розрахунку

виходимо із нормативного відношення між сумами прямих витрат, виражених в процентах. Знаючи, що для ПР машин на оплату праці приходиться 669115,92 грн., а це 24% від вартості прямих затрат, знаходимо скільки становить 1%. Ця величина становить 27879,83 грн.

Тоді по нормативних визначаємо, що затрати на запасні частини складають 51%, а матеріали 15%, інші витрати – 10%. За результатами розрахунків встановлено, що витрати становлять: запасні частини - 1421871,33 грн.; матеріали – 418197,45 грн., інші витрати – 278798,3 грн.

Виходячи з проведених розрахунків, сума витрат на запасні частини та ремонтні матеріали СТОВ імені Леся Сердюка становлять 1840068,78 грн.

5.3. Визначення кошторису витрат

Визначення кошторису витрат передбачає розрахунок виробничіих витрат, які включають: оплату праці обслуговуючого персоналу ремонтної майстерні, відрахування на амортизацію і поточний ремонт будівель і обладнання, а також вартість силової і освітлювальної електроенергії, витрати на додаткові матеріали, воду, пар, стиснуте повітря, спецодяг і спецвзуття.

Тому, відрахування на амортизацію і поточний ремонт будівлі і обладнання зводимо в таблицю 5.2.

Таблиця 5.2.

Розрахунки відрахування на амортизацію і поточний ремонт будівлі і обладнання

Назва	Балансова собівартість основних фондів, грн.	Відрахування			
		Амортизація		Поточний ремонт	
		%	грн.	%	грн.
Будівлі	1620000	2,7	43740	3,0	48600
Обладнання	648000	8,0	51840	4,0	25920
Всього:	2268000		95580		74520

Фонд заробітної плати інженерно-технічних робітників приведено в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3.

Розрахунки фонду заробітної плати інженерно-технічних робітників

Посада	К-сть чол.	Місячна заробітна плата, грн.	Основна заробітна плата, грн.	Допоміжна плата, грн.	Резерв підприємства	Всього
Завідувач майстернею	1	18000	216000	259200	-	493200
Технік-нормувальник	1	13000	156000	187200	-	356200
Тех. працівник	1	10000	120000	144000	-	274000
Всього:	3	41000	492000	590400	-	1123400

Проведемо розрахунок вартості силової та освітлювальної електроенергії, затрати на додаткові матеріали, воду, пар, стиснуте повітря, спецодяг і спецвзуття входять в інші затрати і становлять 5% від вартості основних фондів.

Для розрахунків використаємо формулу [12, 17]:

$$З_{ін} = 0,05 \cdot С_0, \quad (5.6)$$

де $З_{ін}$ – інші затрати, грн.

$$З_{ін} = 0,05 \cdot 2316600 = 115830 \text{ грн.}$$

Виходячи з цього, загально виробничі витрати ремонтної майстерні СТОВ імені Леся Сердюка будуть становити:

$$З_з = 2390222,5 + 95580 + 74520 + 1123400 + 115830 = 3799552,5 \text{ грн.}$$

Тому, виходячи з розрахунків, загально виробничі витрати ремонтної майстерні становлять 3799552,5 грн.

5.4 Складання калькуляції собівартості ремонту машин

Подальші розрахунки собівартості ремонту машин в ремонтній майстерні СТОВ імені Леся Сердюка проводимо за формулою:

$$С = \frac{З_з}{П_{уум.рем.}}, \quad (5.7)$$

де $C_{ум.рем.}$ – собівартість умовного ремонту, грн./ум.рем.

$П_{ум.рем.}$ – програма ремонту майстерні, умовних ремонтів.

$$\text{П}_{\text{ум.рем.}} = \frac{\text{Т}_{\text{црм}}}{\text{Т}_{\text{1ум.рем}}} = \frac{9829{,}39}{300} = 32{,}7 \text{ ум. рем.}$$

$$\text{С}_{\text{ум.рем.}} = \frac{3799552{,}5}{32{,}7} = 116194{,}26 \text{ грн. рем.}$$

В діючій ремонтній майстерні собівартість одного умовного ремонту становить $C^{1}_{ур.} = 148935{,}7$ *грн./ум. рем.*

5.5. Техніко-економічні показники ремонтної майстерні

Після цього, ефективність використання праці в ремонтній майстерні СТОВ імені Леся Сердюка встановлюється з розрахунку продуктивності праці, яка визначається за наступною формулою:

$$П_{т} = \frac{П_{ур}}{Р_{ср}}, \tag{5.8}$$

де $Р_{ср}$ – середньорічна чисельність виробничих робітників

$$\text{П}_{\text{р}} = \frac{32{,}7}{5} = 6{,}5\text{ум.рем / люд.}$$

Показник використання виробничих фондів – фондовіддача:

$$Ф_{о} = \frac{П_{ур}}{С_{о}}. \tag{5.9}$$

$$\text{Тоді,}\Phi_{\text{о}} = \frac{(32{,}7 * 1000)}{2316600} = 0{,}014 \text{ ум. рем. тис. грн.}$$

Показник використання виробничої площі:

$$К_{S\,п} = \frac{П_{ур} \cdot 100}{S_{п}}, \tag{5.10}$$

де $S_{п}$ - площа ремонтної майстерні після реконструкції, м^2.

$$К_{sп} = \frac{(32,7 \ * \ 100)}{648} \ = \ 5,04 \text{ ум. рем. } 100м^2$$

Далі розрахуємо економію від зниження собівартості:

$$E_m \ = \ (C^l_{ур} - C_{ур}) \cdot П_{ур}, \qquad (5.11)$$

де $C^l_{ур}$ – собівартість ремонту в існуючій майстерні, грн./ум.рем.

$С_{ур}$ – собівартість ремонту в майстерні після реконструкції грн./ум.рем.

E_m = (148935,3 – 116194,26) · 32,7 = 1070632,008 грн.

Термін окупності додаткових капіталовкладень ремонтної майстерні визначаємоза слідуючою формулою:

$$O_г = \frac{\Delta K}{E_m}, \qquad (5.12)$$

де ΔK – розмір додаткових капіталовкладень, грн.

$$О_k = \frac{412479}{1070632,008} = \ 0,3 \text{ роки}$$

Виходячи з отриманих вище розрахунків, приведені затрати на існуючій ремонтній базі будуть складати:

$$ПЗ_р = \frac{C^1_{ур} + 0,15 \cdot C^1_о}{П^1_{ур}} \ , \qquad (5.13)$$

$$ПЗ_р = \frac{148935,3 + 0,15 * 1903521}{21,9} \ = \ 19838,51 \text{ грн.}$$

Приведені затрати на переоснащеній ремонтній базі СТОВ імені Леся Сердюка будуть становити:

$$ПЗ_р = \frac{C_{ур} + 0,15 \cdot C_о}{П_{ур}}, \quad (5.14)$$

$$\text{ПЗр} = \frac{116194,26 + 0,15 * 2316600}{32,7} 10 = 14179,94 \text{ грн.}$$

Тоді річний економічний ефект дорівнює:

$$E_{р.е.} = (ПЗ_{icн} – ПЗ_р) \cdot П_{ур} \quad (5.15)$$

$E_{р.е.}$ = (19838,5 – 14179,44) · 32,7 = 185035,23 грн.

Виходячи з розрахунків, техніко-економічні показники існуючої і переоснащеної ремонтної майстерні СТОВ імені Леся Сердюка зводимо до таблиці 5.4.

Таблиця 5.4.

Техніко-економічні показники ремонтної майстерні СТОВ імені Леся Сердюка

ПОКАЗНИКИ	Варіант	
	існуючий	проектований
Річна виробнича програма, ум.рем.	25,5	32,7
Основні виробничі фонди, грн.	1903521	2316600
Додаткові капіталовкладення, грн.	-	412479
Випуск продукції на 1 м^2 виробничої площі, ум.рем.	4,3	5,04
Фондовіддача, ум.рем./тис.грн.	0,011	0,014
Продуктивність праці, ум.рем./чол.	6,2	6,5
Собівартість умовного ремонту, грн.	148935,3	116194,26
Економія від зниження собівартості, грн.	-	1070632,008
Річний економічний ефект, грн.	-	185035,23
Термін окупності додаткових капіталовкладень, років	-	0,3

ВИСНОВКИ

На основі проведеного комплексного аналізу виробничо-технічної діяльності СТОВ імені Леся Сердюка обґрунтовано доцільність модернізації матеріально-технічної бази сервісної служби. Встановлено, що сумарний річний обсяг ремонтно-обслуговуючих робіт у центральній ремонтній майстерні (ЦРМ) господарства становить 9829,39 люд.-год., що забезпечує виконання річної виробничої програми в обсязі 32,7 умовних ремонтів.

Оптимізація режиму функціонування ремонтної майстерні дозволила визначити необхідну чисельність виробничого персоналу та сформувати комплект прогресивного ремонтно-технологічного обладнання. Середньорічний штат працівників майстерні становить 4,5 робітники. На основі розрахованих технологічних потреб розроблено планувальне рішення дільниці.

У межах конструкторської частини кваліфікаційної роботи виконано розробку та розрахунок параметрів спеціалізованого гідропідіймача для обслуговування тракторів. Проведені інженерні розрахунки підтверджують конструктивну міцність, експлуатаційну надійність та безпеку запропонованого пристосування під час виконання розбирально-складальних операцій.

Реалізовано детальний аналіз стану охорони праці та виробничої санітарії в умовах СТОВ імені Леся Сердюка. Для проектованої ремонтної дільниці розраховано параметри штучного освітлення, опалення, примусової вентиляції та визначено номенклатуру первинних засобів пожежогасіння, що гарантує відповідність умов праці чинним нормативно-правовим вимогам.

Доведено високу економічну ефективність запропонованих проектних рішень. Загальна вартість основних виробничих фондів проектованої майстерні після переоснащення становить 2316600 грн. при величині додаткових капітальних вкладень у модернізацію на рівні 412479 грн. Запровадження інноваційного обладнання та оптимізація процесів забезпечують зниження собівартості у розмірі 14179,94 грн. Розрахунковий строк окупності додаткових капіталовкладень становить 0,3 роки, що підтверджує доцільність практичного впровадження проекту.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Aulin Viktor, Mahopets Mykhailo. (2025). Formation of the microclimate in the cabins of motor vehicles by heaters of various designs. Central Ukrainian Scientific Bulletin. Technical Sciences. 2024. Col.9(40), Part II pp. 146-157. DOI: https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9(40).2.

2. Aulin, V., Kovalov, S., Hrynkiv, A., Kovalov, Y., Holovaty, A., Kuzik, O., & Slon, V. (2025). Enhancing tribological system performance through intelligent data analysis and predictive modeling: A review. *Problems of Tribology*, *30*(3/117), 49–61. https://doi.org/10.31891/2079-1372-2025-117-3-49-61

3. Aulin, V., Rogovskii, I., Lyashuk, O., Titova, L., Hrynkiv, A., Mironov, D., ... & Lysenko, S. (2024). Comprehensive assessment of technical condition of vehicles during operation based on harrington's desirability function. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 1 (3 (127). - P. 37-46. https://dspace.kntu.kr.ua/handle/123456789/13874.

4. DSTU 3004-95. Reliability of equipment. Methods of estimating reliability indicators based on experimental data. The publication is official. K.: State Standard of Ukraine, 123 p. https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u132/dstu_-3004-95_metodi_ocinki_pokaznikiv_nadiynosti_za_eksperimentalnimi_danimi.pdf .

5. Hevko I. et al. Structural Synthesis of Brake Systems With Technical and Economic Rationale. Central Ukrainian Scientific Bulletin. Technical Sciences. 2022. Vol. 2, no. 5(36). P. 186–194.

6. Novitskyi A. V., Banniy, O. O, Novitskyi Yu. A., Antal, M. V. (2023). A study of mixer-feeder equipment operational reliability. Machinery & Energetics, 14(4), 101–110. https://doi.org/10.31548/machinery/4.2023.101.

7. Novitskyi, Yu. (2024). Ensuring the reliability of filtration systems for transport and processing machines by redundancy. Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 20(4),85-95. https://doi.org/10.31548/dopovidi/3.2024.85.

8. Адитивні технології в машинобудуванні. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсу ″Адитивні технології в машинобудуванні″ для студентів спеціальності 131 “Прикладна механіка” / Укл.: О. В. Скрипник – Кропивницький: ЦНТУ, 2023. – 80 с.

9. Адитивні технології для метаматеріалів / А. І. Кузьмичєв, О.В.Богдан. – Одеса : Політехперіодика, 2025. — 62 с.

10. Аулін, В., Ковальов, С., Гриньків, А., & Варваров, В. (2024). Алгоритм оптимізації надійності функціонування та ефективності використання виробничого обладнання методами штучного інтелекту. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*, (10(41).1), 60–67. https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.10(41).1.60-67

11. Борак К. В., Куликівський В. Л., Руднік Д. І. (2023). Вплив попередньої корозії на інтенсивність абразивного зношування робочих органів ґрунтообробних машин. Наукові праці ВНТУ. 2023. № 2. URL: https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/686.

12. Гайдамак О.Л., Савуляк В.І.. Вузли та деталі ремонтного виробництва автотракторної техніки. Лабораторний практикум. Вінниця: ВНТУ, 2006. 92с.

13. Іваненко С. П., Мельник Р. О. (2020). Технології ремонту посадкових місць корпусних деталей сільськогосподарської техніки. Науковий вісник НУБіП України. Серія: Техніка та енергетика АПК. (8). 85–91.

14. Калініч М. О. (2020). Дослідження параметрів відновлення деталей типу вал методом наплавлення. Zbior artykułow naukowych. Konferencji Miedzynarodowej Naukowo-Praktycznej «Inżynieria i technologia. Współczesne tendencje w nauce i edukacji» Paris: Sp. z o.o. "Diamond trading tour". №34. С. 36–40.

15. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів. Технологія: Підручник. Київ: Знання-Прес, 2007. 527 с.

16. Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Міронов Д.В., Тесля В.О. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи магістра за спеціальністю 274 Автомобільний транспорт. Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2023. 60 с.

17. Мельянцов П.Т., Калганков Є.В., Кириленко О.І. Методичні рекомендації «Організація та технологія ремонту МТП в умовах підприємства». Дніпропетровськ: ДДАУ, 2010. 125 с.

18. Міністерство інфраструктури України. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. Офіційний регламент. Київ, 2023.

19. Надич, Т. М., В. В. Аулін, Гриньків, А. В., & Слонь, В. В. (2025). Методи і заходи удосконалення системи технічного сервісу вантажних автомобілів на основі кіберфізичного підходу і розробки науково-технічної документації його операцій. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*, (11(42).2), 313–327.

20. Новицький А. В., Ружило З. В., Банний О. О., Бистрий О. М., Сиволапов В. А. (2023). Надійність машин та обладнання. Частина 1. Оцінка та забезпечення надійності машин та обладнання. К.: НУБіПУ. 209 с.

21. Практикум з ремонту машин. Загальний технологічний процес ремонту та технології відновлення і зміцнення деталей машин. Том 1 За ред.О.І. Сідашенко, О.В. Тіхонова. Навчальний посібник. Харків: ТОВ «Пром-Арт», 2018. 416с.

22. Практикум з ремонту машин. Технологія ремонту машин, обладнання та їх складових частин. Том 2. За ред.О.І. Сідашенко, О.В. Тіхонова. Навчальний посібник. Харків: ТОВ «Пром-Арт», 2018. 491с.

23. Проектування сервісних підприємств ремонту машин та агрегатів: навчальний посібник / Дирда В.І., Калганков Є.В., Мельянцов П.Т. та ін. Дніпропетровськ: «Герда», 2014. 100 с.

24. Ревенко Ю. І., Бистрий О. М., Мельник В. І., Новицький А. В., Ружило З. В. Кваліметрія: навчальний посібник. Київ : Прінтеко, 2022. 201 с.

25. Ремонт машин та обладнання: підручник для вищих навчальних закладів / [Дирда В.І., Мельянцов П.Т., Калганков, Є.В. та ін.]. – Дніпропетровськ: Журфонд, 2015. 292 с.

26. Ружило З. В., Мельник В. І., Новицький А. В., Ревенко Ю. І., Бистрий О. М., Мельник В. І., Попик П. С. (2023). Надійність машин та обладнання. Ремонтування машин та відновлення деталей. Том 2. Навчальний посібник: НУБіП України. Київ. 313 с.

27. Сайчук О. В., Потоскаєв О.М. (2025). Технологічні аспекти ремонту зношених отворів у корпусних деталях аграрних машин із використанням нанокомпозитних матеріалів. Збірник наукових праць УкрДУЗТ, вип. 214 С. 24–30 https://doi.org/10.18664/1994-7852.214.2025.351813

28. Сервісна інженерія: комплекс робіт і послуг за засобами праці: Навчальний посібник. / За загальною редакцією О. А Науменко, І. М. Рибалко, О. В. Тіхонов, І. В. Шепеленко. Харків : Видавчиня Тетяна Супрун, 2026. 456 с.

29. Стецько А. Є. Технологічне забезпечення ресурсу роботи виготовлених і відновлених деталей: монографія. Львів: Видавнича компанія «АРС», 2013. 240 с.

30. Технологія ремонту машин та обладнання. Курс лекцій. / Сідашенко О.І., Тіхонов О.В., Лузан С.О. та інші. Навч. Посібник. Харків: ХНТУСГ, 2017. 361с.

31. Хітров І. О., Гавриш В. С. **Ремонт машин :** навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2012. 184 с.

32. Черновол М.І., Шепеленко І.В. Системний підхід до формування показників якості відновлених деталей. Збірник наукових праць. Науковий вісник. Технічні науки. Вип.7 (38). Кропивницький, 2023. С.30–36.

33. Novitskiy Andriy, Holovach Ivan, Bannyi Oleksandr, Novitskiy Yuriy. (2026). Assessment of operational reliability of mixer-feeder machines under conditions of livestock enterprises. *Engineering for Rural Development*, 25, pp. 236–241. International Scientific Conference Engineering for Rural Development 2026, Paper TF048. DOI: 10.22616/ERDev.2026.25.TF048.

34. Ruzhylo, Z., Novitskii, A., Milko, D., Bulgakov, V., Beloev, I., & Rucins, A. (2022). Mathematical model for reliability assessment of device for preparation and distribution of animal feed as “Man-Machine”. In *Engineering for rural development* (pp. 911-917). Jelgava, Latvia.

35. Novytskyi, A., Holovach, I., Banniy, O Novitskiy, Y. (2025). Reliability research of feed preparation and distribution equipment as «human-machine» system under condition of «human» component development. Engineering for Rural Development, 24. C.442–449. DOI: 10.22616/ERDev.2025.24.TF094

36. Novitskiy Andriy, Melnyk Valentyna, Ruzhylo Zinoviy, Bannyi Oleksandr, Novitskiy Yuriy. (2026). Integrated management of reliability and techno-economic efficiency of vehicles based on engine air filter replacement logistics. Engineering for Rural Development, 25, pp. 426–432. DOI: 10.22616/ERDev.2026.25.TF085.

37. Novytskyi, A., Melnyk, V., Banniy, O., Bystryi, V., Mykhailiuk, O. (2025). Investigation of geometric parameters of camshaft supports in engine casing components. Engineering for Rural Development, 24 pp. 429-435. https://www.scopus.com/pages/publications/105010680840?origin=resultslist.

38. Новицький А. В., Мельник В. І., Лісецький В. О., & Новицький Ю. А. (2026). Управління ресурсом фільтрів очищення оливи в логістичних системах технічного обслуговування ДВЗ. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки, 13*(44), 241–249. https://doi.org/10.32515/2664-262X.2026.13(44).241-249

39. Новицький А. В. (2022). Моніторинг технічного стану ЗПРК за керівними матеріалами на їх експлуатацію. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки, 2022. Вип. 5(36), ч. II. С. 73–85. DOI: https://doi.org/10.32515/2664-262X.2022.5(36).2.73-85

40. Новицький, А. В. (2022). *Методичні підходи до формування програми забезпечення надійності сільськогосподарської техніки. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки, 6*(37), Ч. 1, 134–143. https://doi.org/10.32515/2664-262X.2022.6(37).1.134-143

41. Новицький А. В., Новицький Ю. А. Технічна оцінка споживчих якостей сільськогосподарської техніки. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК. К., 2017. Вип. 264 (2017). С. 293–303.

42. Новицький А. В., Ружило З. В. Визначення функції готовності систем «людина – машина» при зростанні інтенсивностей відмов. Machinery & energetics. Journal of Production Research. Kyiv. Ukraine. 2019, Vol. 10, No. 2. P. 89-96.

43. Захарчук О. В. Технічне забезпечення сільськогосподарських підприємств в Україні. Економіка АПК. 2019, №2. С. 48–56.

44. Іванишин В. В. Розвиток та функціонування ринку технічних засобів для сільського господарства в Україні. Економіка АПК. 2011, №3. С. 78–82.

45. Большаков В. Н., Роговський І. Л. Необхідність моніторингу в інноваційній діяльності апк україни в межах правого регулювання. Науковий вісник НУБіПУ. Серія: техніка та енергетика АПК., К., 2013. Вип. 185, ч. 2. С.384–390.

46. Витвицька О. Д., Даценко М. С., Даценко С. М., Розвиток ринку сільськогосподарської техніки. Економіка АПК. 2010, №10. С. 103–108.

47. Науменко А. О., Тимчук Д. С., Науменко О. А. Дослідження потреби в оснащенні АПВ обладнанням для тваринництва. Machinery & Energetics. Journal of Production Research. Kyiv. Ukraine. 2019, Vol. 10, No. 1, 101–106.

48. Науменко О. А., Сайчук О. В., Науменко А. О., Козій О. Б. Прогнозування обсягів списання сільськогосподарської техніки: методологічний підхід. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2024. № 25. С. 144–152. DOI: 10.37700/ts.2024.25.144-152.

49. Муха В. Регіональні тренди на ринку сільськогосподарської техніки в Україні. *Технічні та технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2022. № 30(44). DOI: 10.31473/2305-5987-2022-1-30(44)-4.

50. Навроцький Я. Ф., Захарчук О. В., Вишневецька О. В., Глінковська-Краузе Б., Кучмєєв О. О. Ринок сільськогосподарської техніки для рослинництва та перспективи його розвитку у повоєнний період. *Scientific Horizons*. 2023. Т. 26, № 9. С. 153–166. DOI: 10.48077/scihor9.2023.153.

51. Геращенко М. В. Складові стійкості національного аграрного сектору в умовах воєнного стану. *Economic Bulletin of Dnipro University of Technology*. 2024. № 4(88). С. 55–63. DOI: 10.33271/ebdut/88.055.

ДОДАТКИ